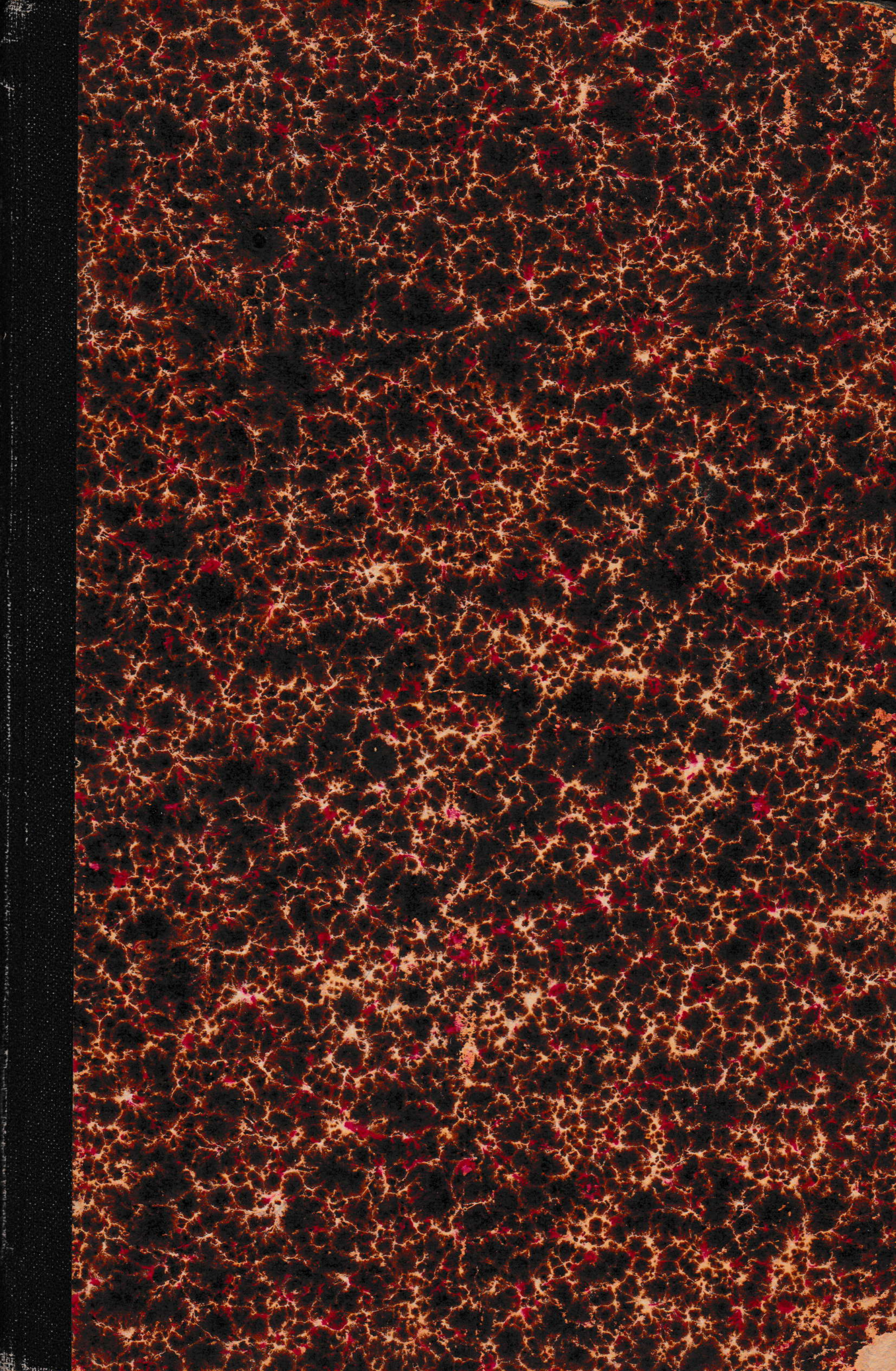


KEMIJA I MINERALOGIJA

ZA

NIŽE RAZREDE SREDNJIH UČILIŠTA

NAPISAO

NIKOLA HOFMANN,

RAVNATELJ C. KR. VELIKE REALKE U PRAGU

PREVEO

PROF. **FRANJO ŠANDOR**

TREĆE POPRAVLJENO HRVATSKO IZDANJE

SA 85 SLIKA U TEKSTU

UKORIČENA STOJI 1 KRUNU I 80 FILIRA



ZAGREB.

TROŠAK I NAKLADA KR. HRV.-SLAV.-DALM. ZEMALJSKE VLADE.

1917.

Ova se knjiga ne smije skuplje prodavati, nego za cijenu na prednjoj strani naznačenu.

Kr. zemaljska tiskara u Zagrebu.

Sadržaj.

I. Fizičke i kemijske pojave.

II. Temeljni kemijski poučci i zakoni.

III. Najvažnije nekovine, njihovi spojevi i rude.

IV. Najvažnije kovine, njihovi spojevi i njihove rudače.

I. Fizičke i kemijske pojave.

§ 1. **Razlika između fizičkih i kemijskih promjena.**

Fizičke promjene. — Fizika.

Pokusi: a) Ako magnetiziramo željeznu šipku, ona privlači željeznu pilovinu.

b) Stavimo li u plamen lim od platine, on će se usijati, zasvijetliti i povećati svoj obujam, ali ne će izmijeniti težine, boje i sjaja.

Poučci: 1. Pri navedenim su pokusima željezo i platina poprimili doduše nova svojstva, ali je ipak magnetizirano željezo ostalo željezo, a zažarena platina — platina.

2. *Pojave*, kod kojih se materija tijela u bitnosti ne mijenja, zovu se fizičke promjene; njima se bavi fizika.

Vježba: Navedite još i druge fizičke promjene.

Kemijske promjene. — Kemija.

Pokus i iskustvo: a) Stavimo li u plamen vrpcu od magnezije, ona će se zapaliti, gorjet će svijetlim plamenom i pretvorit će se u bijelu drobivu tvar, nalik na vapno.

b) U dvije kušalice sipamo nešto stučene krede. Jednu kušalicu žarimo. Ne opažamo promjene. Nakon ohladnjivanja namočimo sadržaj obaju kušalica vodom. Osjećamo naskoro, kako se ona kušalica, koju smo prije žarili, ugrije sve jače; napokon iz nje izlaze vodene pare. U drugoj kušalici ne izvodi voda nikakvu reakciju.

c) Iz iskustva znamo, da željezni predmeti na vlažnu uzduhu zarđaju (na pr. noževi i viljuške, ako se ne otaru).

Poučci: 1. Pri navedenim su se pokusima željezo, magnezij i kreda trajno promijenili i pretvorili u materije, koje pokazuju posve nova svojstva.

2. *Pojave,* pri kojima se tvari pretvore u druge s novim svojstvima, zovu se kemijske promjene (kemijske reakcije). Kemijskim se promjenama bavi kemija.

Pripomena. Kemijske se promjene opažaju često neposredno sjetilima. Katkada je promjena takova, da se tek može opaziti s pomagalima, koja se zovu reagencije.

§ 2. Pojave rastapanja.

A. Rastapanje krutinâ.

1. Fizičko i kemijsko rastapanje.

Pokusi i iskustvo: a) Naspemo li u vodu u prah smrvljenu kuhinjsku sô i kockice kamene soli, opazit ćemo, da se prašak brže rastapa negoli kocke. Isparimo li nastalu rastopinu, zaostat će sô posve nepromijenjena.

Poučak: Izgubi li kruta tvar u doticaju s tekućinom suvislost svojih čestica, pa izmiješaju li se one s tekućinom tako, da ih ne možemo više opaziti ni prostim okom ni sitnozorom, tad velimo, da se krutina u tekućini rastopila[1]). Izvornu tekućinu, u kojoj smo krutinu rastopili, nazivamo rastapalom, tekućinu, koja je nastala rastapanjem krute tvari, rastopinom, a sam postupak rastapanjem.

Najobičnije je rastapalo voda, a često nam služe žesta, etir, benzin i druge tekućine za rastapanje različitih krutina.

b) Ako usitnjeni cinak (granalije) u kušalici ili u tikvici prelijemo razvodnjenom sumpornom kiselinom, opazit ćemo, da se naglo razviju mjehurići plina, koji se na plamenu zapali, a usto se cinak rastapa. Isparimo li rastopinu (u porculanskoj zdjelici), zaostat će bijela, soli nalik tvar t. j. bijela galica, a ne kovinski cinak.

Poučak: Ispari li se koja rastopina, pa zaostane li izvorna krutina nepromijenjena (i bez gubitka na isprvičnoj težini) onda je krutina bila rastopljena fizikalno (kuhinjska sô); zaostane li nakon isparivanja rastopine nova tvar, posve različita od one, koju smo bili rastopili, tad velimo, da je ta nova krutina (bijela galica) postala kemijskim rastapanjem izvorne tvari. U tom se slučaju promijenila rastopljena tvar, ali i rastapalo.

[1]) Veliku djeljivost tvari pokazuje ovaj pokus. U spiritu rastopimo zrnce fuksina. Nastalu rastopinu možemo vodom razrediti na 5 litara i više, pa će biti još uvijek jednolično crvene boje.

2. Kako pospješujemo rastapanje?

Iskustvo i pokusi: a) Već smo opazili, da se prašak soli u vodi brže rastapa, negoli kocke od nje, a iz svagdanjega života znamo, da se pospješuje rastapanje sladora u kavi, ako je žlicom promiješamo.

b) Kuhinjske se soli rastapa u vodi od 0° (35·6 dijelova) i od 100° C (39·2 dijelova) gotovo jednako mnogo.

c) Uronimo li na nit obješen odlomak modre galice u čašu s vodom, opazit ćemo, da se brže rastapa negoli onda, ako galicu samo u vodu bacimo.

d) Ledac kalijskoga permanganata prilijepimo okomito na staklenu ploču i položimo tu ploču na stakleni valjak pun vode tako, da ledac zaroni u vodu. Naskoro ćemo opaziti, kako se s leca pušta rastopina kao crvena vrpca na dno valjka, jer je ona teža od rastapala.

e) U četiri jednake tikvice ulijemo jednake količine vode, zatim izmjerimo četiri jednake količine modre galice. U prvu tikvicu (*a*) metnemo krupne, u ostale tri tikvice (*b*, *c*, *d*) smrvljene modre galice. Tikvice *a* i *b* pustimo na miru, *c* i *d* mućkamo češće, a tikvicu *d* usto još i grijemo. — Opazit ćemo, da se modra galica u tikvici *d* rastapa najbrže, a u tikvici *a* najsporije.

Poučak: Rastapanje krutinâ pospješujemo, ako ih smrvimo, s rastapalom češće miješamo i grijemo ili ako krutinu uvjesimo u rastapalo.

3. Promjena temperature pri rastapanju.

Pokus: a) Rastopimo li salmijak u vodi, miješajući pri tome toplomjerom, opazit ćemo, da živa u toplomjeru pada.

b) Staljeni klorkalcij rastopi se vrlo lako u vodi uz pojavu topline.

Poučak: Pri fizičkim rastapanjima često opažamo, da se temperatura snizila. Tim se iskustvom služimo proizvodeći t. zv. hladeće smjese. (Smjesa od soli i snijega snizuje tem-

peraturu od 0^0 na — 18^0 C, a u smjesi 1 dijela salitre, 1 dijela salmijaka i 2 dijela vode pada temperatura za 20^0 C.)

U drugim slučajevima raste pri rastapanju temperatura.

4. Kada su rastopine zasićene?

Pokusi: a) Rastopimo li u kušalici što više salitre u vreloj vodi, pa hladimo li dobivenu rastopinu, opazit ćemo, da se toliko salitre izlučuje, za koliko je se u vreloj vodi više topi, negoli u studenoj.

b) Gore priređena vrela rastopina salitre, u kojoj se više ne topi salitre, prima i rastapa ipak još i druge krutine. Ona na pr. pomodri, ako joj se dodaje nešto krute modre galice.

Poučci: 1. Obično se u toploj tekućini rastapa veća množina krute tvari negoli u hladnoj. Kod 0^0 C topi se u 100 dijelova vode 13 dijelova salitre, dok se u 100 dijelova vrele vode rastapa 247 dijelova salitre.

2. Rastopina je krutinom (hladno ili vruće) zasićena, ako sadrži onoliko rastopljene krute tvari, koliko je to uz onu temperaturu uopće moguće.

3. U rastopini zasićenoj jednom krutinom, rastapaju se ipak još i druge krutine.

5. Lučenje (rastavljanje) rastopljenih tvari od nerastopljenih (razmuljenih).

Pokus: a) Mućkamo li sadreni prašak s vodom, to ne vidimo odmah, da li se sadra rastapa ili ne rastapa.

b) Nalijemo li razmiješanu mutnu tekućinu na papirno[1]) cjedilo, opazit ćemo, da se bistra tekućina procijedila, dok je na cjedilu ostala nerastopljena sadra (Sl. 1.).

c) Isparimo li procijeđenu tekućinu, vidjet ćemo, da će zaostati nešto sadre. Ona je bila u vodi rastopljena.

Poučci: 1. Razlikujemo lako topive tvari (sô, salmijak, modra galica, salitra) i teško topive tvari (sadra).

2. Rastopljene tvari rastavimo od razmuljenih ili nerastopljenih procjeđivanjem ili filtriranjem. Procijeđena se tekućina zove filtrat ili procjedina.

[1]) Za procjeđivanje služe i druge porozne tvari, na pr. pijesak, azbest pamuk, platno i t. d.

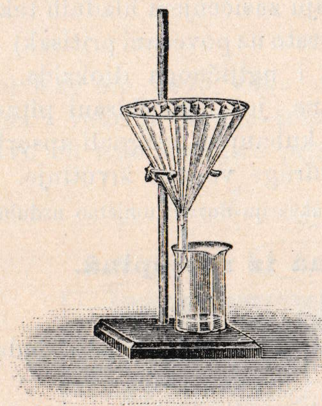
B. Rastapanje tekućinâ (miješanje).

Iskustvo i pokusi: a) Već iz iskustva znamo, da u vinu, pivu i rakiji ima alkohola, koji je ondje rastopljen zajedno s drugim tvarima u vodi.

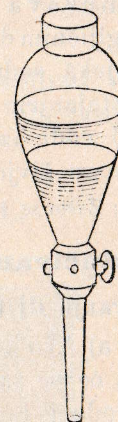
b) Mućkamo li etir s vodom u kušalici, etir se sasvim neznatno s njom miješa i brzo uzdigne nad vodu.

c) Mućkamo li dulje s vodom (20 cm^3) maslinovo ili (etirsko) gorko bademovo ulje (20 cm^3), postat će mlječaste smjese, nazvane emulzije. Ali ipak ispliva nakon nekoga vremena maslinovo ulje na vodu, a gorko bademovo sabira se pod vodom.

d) S lijevkom za razlučivanje rastavljamo tekućine, koje se ne miješaju (Sl. 2.).



Sl. 1.



Sl 2.

Poučci: 1. Neke tekućine ne djeluju jedna na drugu. Pomiješaju li se one, postat će prelazno emulzija, koja se nakon nekoga vremena opet rastavi na izvorne tekućine. One se mogu posve odijeliti jedna od druge mehaničkim putem.

2. Ako je adhezija, koja djeluje između česticâ raznovrsnih tekućina, veća od kohezije, kojom se privlače pojedine čestice iste tekućine, onda se jedna tekućina u drugoj rastapa, tekućine se miješaju. Time nastaje jednolična smjesa, u kojoj su sve kapljice posvema jednako sastavljene.

3. Neke se tekućine miješaju u svakom omjeru, druge pak samo u određenom omjeru (etir i voda).

C. Rastapanje plinova (apsorpcija).

Iskustvo i pokus: a) Znamo iz iskustva, da iz ustajale pitke vode izlaze plinski mjehurići, koji se hvataju stijenâ čaše. Pomičemo li čašom ili uzmiješamo li vodu, prhnu oni u uzduh.

b) Što opažamo, kad iz sifona nešto soda-vode ulijemo u čašu?

Poučci: 1. Tekućine upijaju, usrču ili apsorbiraju različne plinove nejednako. Rastapanje plinova u tekućinama zove se usrkivanje, upijanje ili apsorpcija[1].

2. Pri nižoj temperaturi, a uz veći pritisak usrče tekućina redovno mnogo više plina negoli pri višoj temperaturi i uz umanjeni pritisak.

3. Pjenušava pića postaju zasićenjem hladnih tekućina plinovitim ugljičnim dioksidom (često uz povećani pritisak). Voda iz vrelâ i rijekâ sadrži uzduha i ugljičnoga dioksida. Pitka voda gubi stajanjem svježi ukus, jer apsorbirani plinovi iz nje izlaze. U vodi, iz koje smo kuhanjem izagnali apsorbirani uzduh, ne mogu živjeti ribe ili druge vodene životinje.

Vježba: Zašto se životinjama u akvariju dovodi umjetno uzduha?

§ 3. Izlučivanje krutinâ iz rastopinâ.

1. Obaranje ili taloženje.

Pokusi: a) Ako zasićenoj vodenoj rastopini sadre dodajemo žeste, izlučit će se sadra.

b) Iz vodene rastopine modre galice izlučit će se žestom modra galica.

c) Stučeni kolofonij (smola) lako se topi u toploj žesti. Dodajemo li rastopini vode, izlučit će se smola, tvoreći emulziju.

Poučak: Rastopljenu tvar možemo izlučiti iz rastopine, da joj dodajemo takove tekućine, u kojoj rastopljena tvar nije topiva. Izlučena se tvar zove talog ili precipitat.

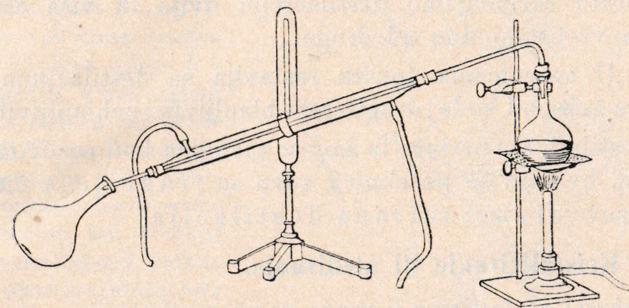
Napomena: Taj način izlučivanja zove se fizičko obaranje.

Vježba: Kako rastavljamo talog od preostale tekućine?

2. Prekapljivanje ili destilacija.

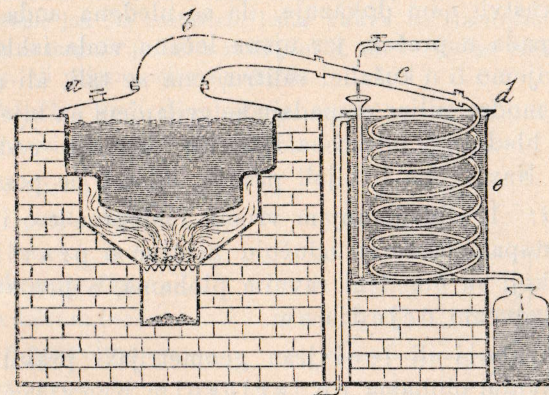
Pokusi: a) Kuhamo li nešto zdenčane vode u tikvici, koja je sastavljena s hladilom po Liebigu (Sl. 3.), to se pretvara voda i po unutrašnjosti svojoj u pare, koje se zgusnu u hladilu i iskapaju u predlošku (kapalicu) kao destilirana voda, dok u tikvici zaostaju one krutine, koje su bile rastopljene u vodi.

[1]) Absorbeo = gutam.



Sl. 3.

b) Kao što vodu, tako možemo destilirati i smjesu od alkohola i vode ili druge tekuće smjese (da rastavimo lakše hlapljivu od teže hlapljive primjese).



Sl. 4.

Za destilaciju naveliko upotrebljava se sprava od kalajisane kovine. Ona se sastoji od kotla *a*, kapka (kape) *b* i zavinute cijevi *c*, koja prolazi hladilom. Destilirana voda iskapa u predlošku (Sl. 4.).

Poučci: 1. Prekapljivanjem ili destilacijom pretvara se tekućina u pare, koje se ohlađivanjem opet zgusnu u tekućinu, koju zovemo destilat.

Destilacijom prirodne vode dobiva se kemijski čista, destilirana voda, koju upotrebljavaju u ljekarnama i kod kemijskih radnja.

2. Destilacijom rastavljamo rastopljene krutine od rastapala. Često razlučujemo destilacijom dvije ili više tekućina različita vrelišta jednu od druge.

3. U tvornicama špirita rastavlja se destilacijom lakše hlapljiva žesta od vode i drugih teže hlapljivih i nehlapljivih tvari.

Destilati, što prelaze iz smjese tekućinâ kod različitih temperatura, hvataju se posebno i zovu se frakcije, a čitava se radnja zove frakcionirana destilacija.

3. Kristaliziranje ili uleđivanje.

Pokusi: a) Izlijemo li vruće zasićene rastopine stipse, salitre ili modre galice na stakalca od sahata, izlučit će se ohlađivanjem kristali.

b) Ostavimo li u zdjelici rastopinu soli, polagano će ishlapiti rastapalo, a ostat će pravilni oblici, kocke soli.

c) Iskustvo nam dokazuje, da se uleđena soda na toplu mjestu raspada u prašak, jer njena lečana voda ishlapljuje.

d) Grijemo li u kušalici salitru, ona se tali, ali ne ispušta vode. Leci modre galice raspadaju se grijanjem na bijeli prašak, dok se na hladnijim mjestima kušalice izlučena voda skuplja u kapljice. Navlažimo li bijeli prašak, odmah će pomodriti.

Poučci: 1. Ohlađivanjem vrućih rastopina kao i ishlapljivanjem rastapala često se izlučuju krutine u pravilnim likovima, koji su omeđeni ravnim plohama, a preostaje tekućina, koju zovemo ocjedinom.

2. Kristali ili leci jesu geometrijski pravilni likovi, omeđeni ravnim plohama po izvjesnim pravilima simetrije; na pr. kocke soli, osmerci stipse, prizme salitre i galice.

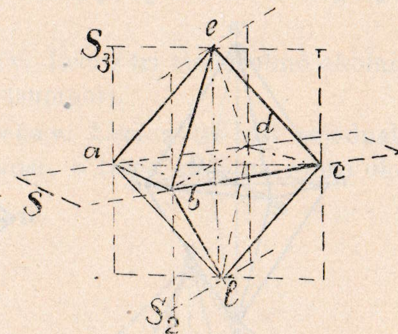
Leci se na uzduhu ili ne mijenjaju (sadra, salitra) ili se rastroše (soda, borača, stipsa) ili se razmoče (kamena sô).

3. Mnoge krutine, koje su se izledile iz vodenih rastopina, vežu uza se vodu, koja ishlapljuje pri običnoj ili višoj temperaturi, a tim se leci raspadaju ili rastroše (izvjetravaju). Ta uz lece vezana voda, bez koje neke tvari nemaju kristalnoga lika, zove se lečana voda.

§ 4. Lečani sustavi.

Opažanje: Da saznamo što bolje pravilnost lečanih likova, motrit ćemo neke od njih i njihove modele.

Pokusi: a) Položimo li kroz uglove *a b c d* osmerca (na pr. od stipse) ravninu S_1 (Sl. 5.), kroz uglove *b e d l* ravninu S_2 a kroz uglove *a c e l* ravninu S_3. to će svaka od tih ravnina razdijeliti osmerac na dvije posve jednake polovice, koje se međusobno odnose kao predmet naprama zrcalnoj slici. Velimo, da su te polovice simetrične jedna naprama drugoj, a one tri ravnine S_1, S_2 i S_3, zovemo ravninama simetrije.



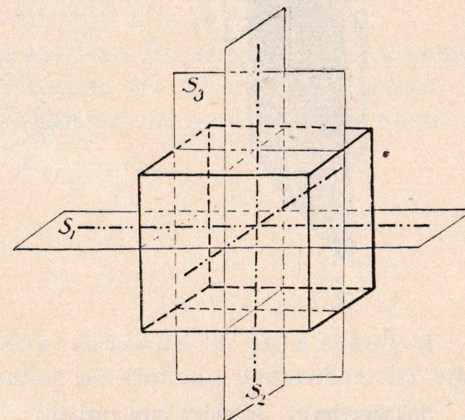
Sl. 5.

b) Položimo li slično (Sl. 6.) kroz sredine bridova kocke ravnine S_1, S_2 i S_3, to će i svaka od njih rastaviti kocku na dvije posve jednake simetrične polovine. Opažamo, da su te ravnine simetrije usporedne plohama kocke.

c) Kušamo još, da rastavimo ledac sadre na simetrične polovice, pa vidimo, da je to moguće jedino s ravninom M (Sl. 9.). Druge ravnine raspolove doduše ledac, ali polovice nisu simetrične.

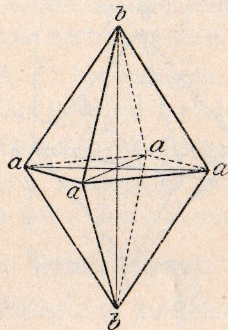
Poučci: 1. Veći dio ledaca može se s pomoću ravnina rastàviti na simetrične polovice.

2. Ravnine simetrije jesu kod osmerca i kocke međusobno okomite. One prolaze središtem leca i sijeku se u pravcima, koji kod osmerca prolaze kroz dva protivna ugla, a kod kocke kroz središta dviju naprotiv položenih ploha, dok u drugim slučajevima prolaze sredinom dvaju protivnih bridova. Takove crte možemo pomisliti u svakom lecu. One se zovu lečane osi.

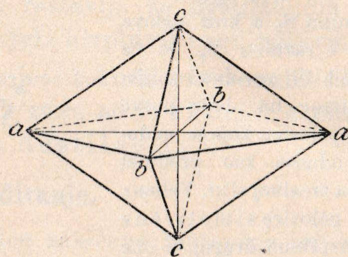


Sl. 6.

3. Ravnine simetrije a prema tomu i osi nijesu uvijek međusobno okomite, a odsječci na osima od središta do površine ledaca (parametri) nijesu uvijek jednaki. Te unutar leca ležeće odsječke osi zovemo na kratko osi.

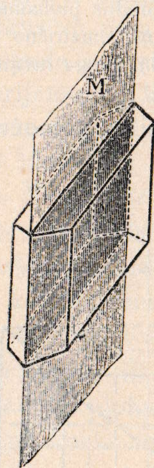


Sl. 7.

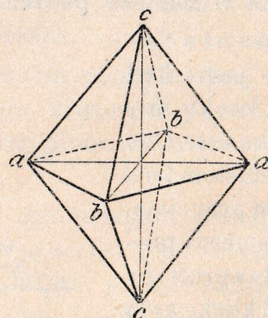


Sl. 8.

4. Po tim odnošajima možemo sve lečane likove svesti na šest hrpa ili sustava:



Sl. 9.



Sl. 10.

I. Teseralni ili kubični sustav. Leci toga sustava imaju tri međusobno okomite osi jednake duljine (Sl. 5. i 6.).

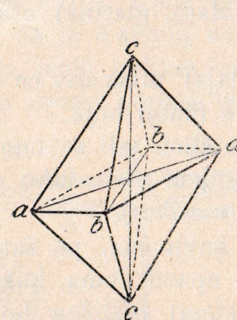
Najjednostavniji su oblici toga sustava:

Osmerac, omeđen s 8 jednakih istostranih trokuta (stipsa). Kocka, omeđena sa 6 jednakih četvorina (kamena sô). Rombijski dvanaesterac, omeđen s 12 jednakih romba (granat).

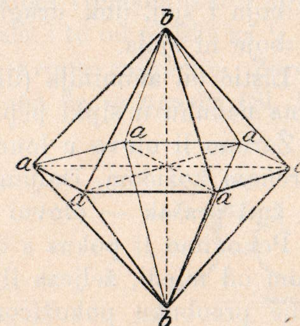
II. Kvadratični ili tetragonski sustav. U likova toga sustava stoje tri osi jedna na drugoj okomito; dvije su jednako duge, a treća, kraća ili dulja od ovih, zove se glavna os i postavlja se vertikalno. Temeljni je oblik: tetragonska piramida (Sl. 7.).

III. Rombijski sustav. Leci s tri međusobno okomite osi nejednake duljine (Sl. 8.) (sumpor).

IV. Monoklinski sustav. Leci s tri osi nejednake duljine, dvije su međusobno kose, a treća stoji na njima okomito (Sl. 9. i 10.) (sadra).



Sl. 11.



Sl. 12.

V. Triklinski sustav. Leci s tri osi nejednake duljine, međusobno su nagnute (Sl. 11.) (modra galica).

VI. Heksagonski sustav. Tri jednako duge osi sastaju se u jednoj ravnini pod kutom od 60°; četvrta glavna os stoji na njihovoj ravnini okomito, pa je ili dulja ili kraća od njih (Sl. 12.) (kremen).

II. Temeljni kemijski poučci i zakoni.

§ 5. Kako se vladaju kovine na uzduhu?

Iskustvo i pokusi: a) U svagdanjem životu opažamo, da neki kovinski predmeti (sitni novac, kovinske sprave) gube izvornu boju i sjaj, dok drugi opet (zlato, platina) nikad ne gube ni boje ni sjaja.

b) Listić od aluminija (ili od kalaja) pretvorit će se žarenjem na uzduhu u sipki pepeo bijele (žute) boje.

c) Žarimo li olovo u loncu ili na žlici, tali se ono i pokrije šarenom kožicom. Duljim usijavanjem na uzduhu prelazi olovo u žuti prašak — olovni pepeo (masikot).

d) Ponovimo li pokus s drugim kovinama, pa žarimo li na pr. lim od mjedi, željeza ili cinka, opazit ćemo, kako se i te kovine preobuku pokožicom (pepelom) različne boje. — Žarenjem mnogih kovina i kovinskih spojeva na ugljenu s pomoću duhaljke uhvatit će se naokolo usijanih krutina na ugljenu različno bojadisane nahukline, a i to su kovinski pepeli.

e) Lim od srebra, zlata ili platine ne gubi u žari ni boje, ni sjaja — ne mijenja se.

Poučci: 1. Kovine, koje se pri običnoj ili povišenoj temperaturi na uzduhu promijene, zovu se proste (ima ih 47); srebro, zlato i platina zovu se drage kovine, jer na uzduhu ostaju nepromijenjene. Živa je na prijelazu od prostih k dragim kovinama.

2. Polagano promjenivanje prostih kovina na uzduhu pri običnoj temperaturi zove se rđanje kovinâ.

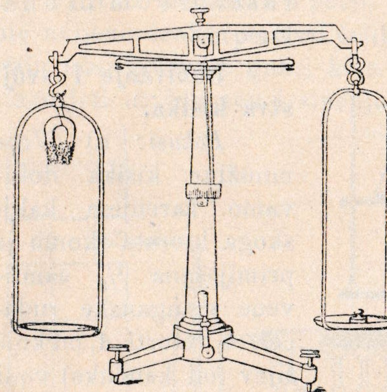
§ 6. Odnošaj između promjene kovinâ i uzduha.

Pokusi: a) Na jedan krak vage objesimo magnet u obliku potkove, pa mu približimo željeznoga praška, da ga pritegne

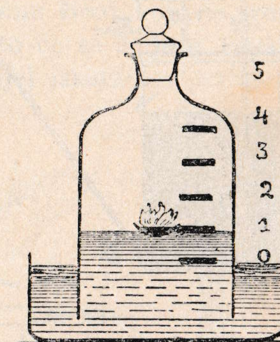
koliko može. Tada izjednačimo vagu i podmetnemo željezu plamen. Željezni se pražak užari, a onaj krak vage, na kojem je željezo, spušta se i time pokazuje prirast na težini, dakle i prirast na tvari (Sl. 13.).

b) Žarimo li živin pepeo u teško taljivoj kušalici, to na rubu kušalice usplamti žigica, koja tinja, a uza to vidimo, da se u kušalici izlučila živa u sitnim kapljicama.

c) U kadicu s vodom metnemo na pločicu od pluta zdjelicu s komadićem fosfora, a preko nje stakleno tubulirano zvono, na kojem označimo visinu vode. Zatim zapalimo fosfor vrućom žicom. Kada se iza nekoga vremena fosfor ugasi, opažamo, da je u zvonu voda narasla, i to od prilike za $^1/_5$ obujma, koji je prije pokusa uzduh u zvonu zapremio. Zaronimo li sada u zvono gorući trijesku, ona će se ugasiti (Sl. 14).



Sl. 13.



Sl. 14.

Poučci: 1. Kada se tvari na uzduhu promijene, postaju teže, jer se s njima spaja onaj dio uzduha, koji gorenje podržava i koji se zove kisik.

2. U zatvorenu volumenu uzduha gore tvari dotle, dok se ne potroši sav kisik. Plin, koji preostaje, zove se dušik. U njemu se ugase goruće tvari.

U 5 obujmova uzduha imade od prilike 4 obujma dušika i 1 obujam kisika.

§ 7. Elementi, kisik i oksidi, afinitet.

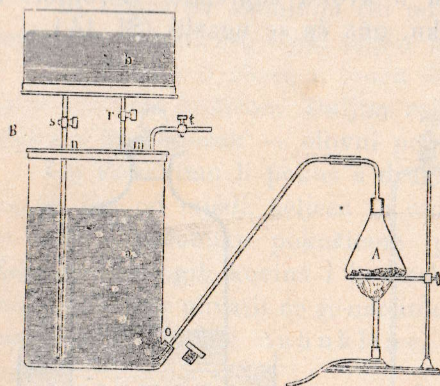
Kemijsko rastavljanje (analiza) i sastavljanje (sinteza).

Elementi.

Iskustvo: Sjećamo se, da se žarenjem živina pepela razvijao kisik i izlučila živa (§ 6.).

Poučci: 1. Žarenjem se živin pepeo raspada na živu i kisik. Živu i kisik nije uspjelo dosada poznatim sredstvima dalje rastavljati. To su jednostavne tvari, počela ili elementi.

2. Elementi su prvotne, jednostavne tvari, koje se zasada poznatim pomagalima ne dadu dalje rastaviti.



Sl. 15.

3. Elemente dobivamo kemijskom rastvorbom ili analizom.

Dobivanje i svojstva kisika.

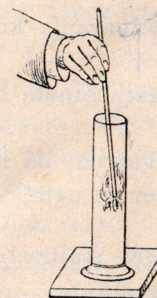
Pokusi: a) Veće množine kisika dobivamo žarenjem kalijskoga klorata (komu je primiješana $^1/_3$ samlivene manganske rudače[1]) u retorti A, od koje cijev (od kaučuka) vodi do gazometra (plinospreme) B (Sl. 15.). Iz njega vadimo s vodom kisik; njim napunimo nekoliko valjaka i bocâ za dalje pokuse.

b) Na vagu (Sl. 13.) metnemo dva jedn teška staklena valjka. Vaga je u ravnoteži. Tada napunimo jedan valjak kisikom. Vaga kazuje, da je u tom valjku sada plin, koji je teži od uzduha.

c) Zaroni li se treščica, koja tinja, u valjak, koji je napunjen kisikom, ona će odmah planuti i izgorjeti sjajnim plamenom. Slično se dogodi sa stijenjem svijeće, koji tinja, s gubom i t. d. (Sl. 16.).

[1]) Pazi, da ne bi manganska rudača bila pronečišćena mrvicama papira slame ili ugljena, jer bi te tvari uzročile eksploziju!

d) Fosfor i magnezij izgorjet će u kisiku naglo svijetleći se izvanredno jako, sumpor modrikastim, a natrij žutim plamenom (Sl. 17.).

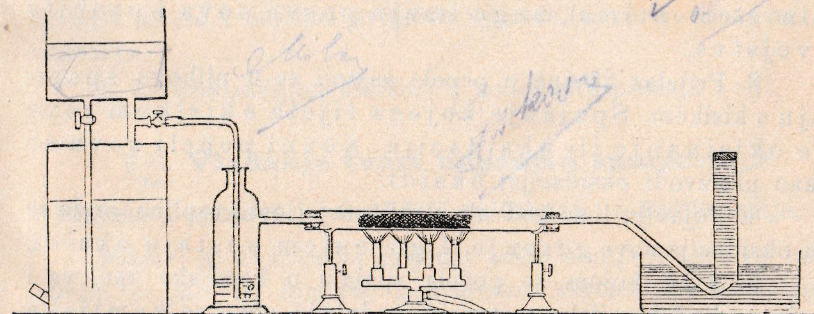


Sl. 16.



Sl. 17.

e) Ako utaknemo u bocu, koja je puna kisika, poput spirale uvijeno tanko pero od čelika (čeličnu žicu), koje na svome kraju nosi komadić gube, koja tinja, to će se željezo zapaliti i izgorjeti uz blijesak i sipanje (vrcanje) iskara[1]).



Sl. 18.

f) U cijevi od teško taljiva stakla sažarimo finu bakrenu mrežicu i dovodimo iz plinospreme kisik (Sl. 18.). Bakar pocrni i pridrži sav dovedeni kisik. On se spaja s njim u bakarni oksid.

Bakar + kisik = bakarni oksid.

Poučak: Kisik (Oxygenium[2]) je plin bez boje, ukusa i mirisa, teži od uzduha ($g = 1 \cdot 1$), sam ne gori, ali uzdržava i

[1]) Kod toga se pokusa razvijaju velike množine topline, zato se u valjak meće vode (ili pijeska), da se ne bi staljena željezna okujina zabušila u staklo i da staklo ne bi popucalo.

[2]) Od grčkih riječi oxýs = kiseo i genáo = tvorim.

pospješuje izgaranje i disanje. Gorive tvari izgaraju u njemu sjajnije, uz mnogo veću žaru i u kraćem vremenu negoli u uzduhu.

Oksidacija i gorenje.

Iskustvo i pokusi: a) Sjetimo se pretvaranja kovinâ u pepele, kao i rđanja kovinâ (§ 5.).

b) Vidjeli smo, kako izgara magnezij, cinak, fosfor, sumpor i treščica.

c) Narežemo li komadiće kovine natrija, pa ih ostavimo na uzduhu, gubit će brzo sjaj i boju, jer se natrij naglo spaja s kisikom.

d) Znamo, da živa poradi svoje veće stalnosti na uzduhu tvori prijelaz od običnih kovina k dragima.

Poučci; 1. Kovinski su pepeli kemijski spojevi kovina s kisikom.

2. Kemijski spojevi postaju iz elemenata kemijskim spajanjem (sintezom). Oni ne pokazuju svojstava, koja pripadaju sastavinama (pojedinim elementima), nego imaju posve nova i osobita svojstva.

3. Prijelaz kovinâ u pepele sastoji se u njihovu spajanju s kisikom. Spajanje kojega tijela s kisikom zove se okisivanje ili oksidacija. Kovni pepeli zovu se (kao proizvodi oksidacije) oksidi.

4. Pojavlja li se kod oksidacije svjetlost i toplina, onda se ta oksidacija zove gorenje. I gorenjem postaju oksidi.

5. Sila, kojom se počela spajaju u kemijske spojeve i koja se kod kemijske rastvorbe nadvlada, zove se kemijska privlačivost (afinitet).

§ 8. Kiseline osnove i soli.

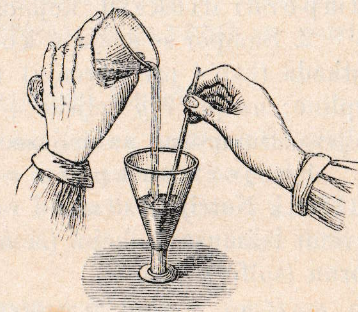
Pokusi: a) Ulijemo li nešto lakmusom[1]) obojene vode u onu tikvicu, u kojoj je izgorio fosfor, dobit ćemo tekućinu crvene boje i kiselasta ukusa (po fosfornoj kiselini).

b) Mućkamo li crvenu lakmusovu rastopinu sa sadržajem one boce, u kojoj je izgorio natrij, lakmus će pomodriti, a tekućina će imati lužnati ukus (zbog natrijske lužine).

[1]) Lakmus je ljubičasta boja, koja se vadi iz nekih nižih biljki (resina).

c) Lakmusovom tinkturom obojenoj natrijskoj lužini dolijemo uz neprestano miješanje polagano razrijeđene solne kiseline. Kamo kiselina kapne, promijeni se boja lakmusa, dok napokon ne postane trajno ljubičasta (Sl. 19.). Tekućina je sad slana ukusa. Isparimo li rastapalo, ostat će bijela sô.

Poučci: 1. Neki oksidi (sumpora, fosfora) daju s vodom tekućine kisela ukusa, koje modru boju lakmusa pretvore u crvenu. Velimo, da ti oksidi tvore s vodom kiseline.



Sl. 19.

2. Neki drugi oksidi opet (natrija, magnezija) daju s vodom tekućine, koje su lužnata ukusa, a crvenu boju lakmusa preokreću u modru. Velimo, da ti oksidi s vodom tvore osnove (baze).

3. Miješanje kiselinâ i osnovâ sve dotle, dok se ne izravnaju kisela i bazična svojstva njihova, zove se neutraliziranje.

4. Neutralizacijom kiselinâ s osnovama postaju soli.

§ 9. Vladanje tvarî naprama sumporu.

Smjese i spojevi. — Sulfidi i sulfobaze. — Sublimacija.

Pokusi: a) U kušalici grijemo nešto sumpora; on se tali, zakipi, a pare se njegove neposredno skrutnu na hladnijim mjestima kušalice u sumporni cvijet. Grijemo li sumpor na porculanskoj pločici, rastalit će se i zapaliti, pa izgorjeti na sumporni dioksid.

b) Željezni se prašak može miješati sa sumpornim cvijetom u svakom omjeru. U prividno jednoličnoj masi možemo povećalom lako razlikovati različne čestice željeza i sumpora, a magnetom na pr. željezo izvaditi.

c) Miješamo li obje tvari u uteznom omjeru 7 : 4 i zagrijemo tu smjesu u kušalici, zažarit će se sva zbog nagloga spajanja i pretvoriti u novu tvar, u kojoj ne možemo povećalom vidjeti

željeza ili sumpora, niti magnetom željezo izvaditi: tvorio se kemijski spoj sumpora sa željezom (Sl. 20.).

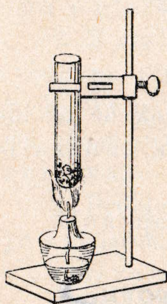
d) Još se brže spaja sumpor s natrijem.

e) Živa se spaja sa sumporom (u omjeru 25 : 4) u rumenicu.

Poučci: 1. Sumpor se spaja s kisikom uz pojavu slabe modre svjetlosti. On izgara na uzduhu. Tim postaje plin sumporni dioksid, koji oštro zaudara.

2. Sumpor se spaja s kovinama veoma živo (energično) katkada (kao i pri gorenju) uz pojavu svjetlosti i razvijanje topline; na pr. 7 *g* željeza + 4 *g* sumpora = 11 *g* sumpornoga željeza. Sumporno se željezo zove još i željezni sulfid.

Spojevi sumpora s drugim počelima zovu se sulfidi. Natrijski se sulfid rastapa u vodi. Rastopina pretvara crvenu lakmusovu boju na modro. Velimo, da sadržava sumpornu (sulfo-) osnovu.



Sl. 20.

25 *g* žive + 4 *g* sumpora = 29 *g* živina sulfida ili rumenice. Rumenica se žarenjem rasplinе, a njezine pare prelaze ohlađivanjem neposredno u krutu rumenicu. Velimo, da rumenica (a tako i sumpor) sublimira. Neposredni prelaz iz krutoga stanja u plinasto ili obrnuto zovemo sublimacijom.

3. U smjesi su tvari izmiješane u povoljnom omjeru; sva se svojstva pojedinih sastavina lako raspoznaju.

4. Kemijski su spojevi sastavljeni po određenom omjeru; pojedine sastavine nije moguće raspoznati fizičkim pomagalima.

Kod kemijskog spajanja nastaje često promjena temperature.

Kemijski spojevi ne pokazuju svojstva, koja pripadaju njihovim sastavinama, nego se ističu posve novim i osobitim svojstvima.

§ 10. Vladanje tvarî naprama halogenim elementima.

Obavijest: Halogeni elementi jesu: fluor, klor, brom i jod. Fluor i klor jesu plinovi žutozelene boje, zadušljiva mirisa. Brom je tamno smeđa tekućina, koja lako hlapi i veoma neugodno zaudara, a jod se pojavljuje u crno sivim listićima

Pokusi na: A. B. C.

kovna lica; oni prelaze grijanjem u pare ljubičaste boje, koje na hladnijim mjestima sublimiraju.

Pokusi: a) Iz kuhinjske soli (koja se sastoji iz natrija i klora) razvijamo (s pomoću manganove rudače i sumporne kiseline) klor, sušimo ga i napunimo njim stakleni valjak. Uronimo li u taj valjak žlicu s ugrijanim natrijem, izgorjet će natrij žutim plamenom na bijeli prašak slana ukusa — natrijski klorid ili kuhinjsku sô.

Natrij + klor = natrijski klorid.

b) U kušalici mućkamo bromne vode s praškom od cinka. Smeđa se boja broma gubi, jer se tvori cinčani bromid.

c) Bacimo li u kušalicu na komadić fosfora[1]) nekoliko listića joda, rasplamtjet će se sadržaj kušalice i postat će tvar crvene boje: fosforni jodid.

d) Mućkamo li alkoholnu rastopinu joda s praškom od cinka, ponestat će smeđe boje joda, jer se tvorio cinčani jodid.

Poučci: 1. Halogeni se elementi spoje naglo s kovinama i fosforom. Sličnom se brzinom spaja željezo sa sumporom. Uza to se pojavljuju svjetlost i toplina, kako smo to već opažali kod gorenja u kisiku.

Spajanje dvaju tvari uz pojavu svjetlosti i topline zove se gorenje uopće; spajanje koje tvari s kisikom, uz pojavu svjetlosti i topline, zove se gorenje napose. — Spojevi s klorom zovu se kloridi, s bromom bromidi, s jodom jodidi, a s fluorom fluoridi.

2. I halogeni se elementi spajaju po određenom omjeru: 23 *g* natrija + 35·5 *g* klora = 58·5 *g* natrijskoga klorida; 32·5 *g* cinka + 80 *g* broma = 112·5 *g* cinčanoga bromida.

Osvrt.

Dosada smo već saznali, da kisik, sumpor, klor, brom i jod slično djeluju na ostale elemente. Oni se spoje brzo i neposredno s kovinama u okside, sulfide, kloride, bromide i jodide. Spojevi kovinâ s klorom, bromom i jodom pokazuju svojstva soli, zato se ta počela zovu halogeni[2]) elementi.

[1]) Pokus se može izvoditi i sa živom.

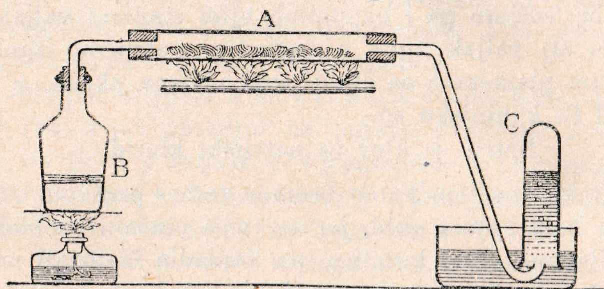
[2]) Od grčke riječi háls = so, genáo = tvorim.

*

§ 11. **Rastvorba vode.**

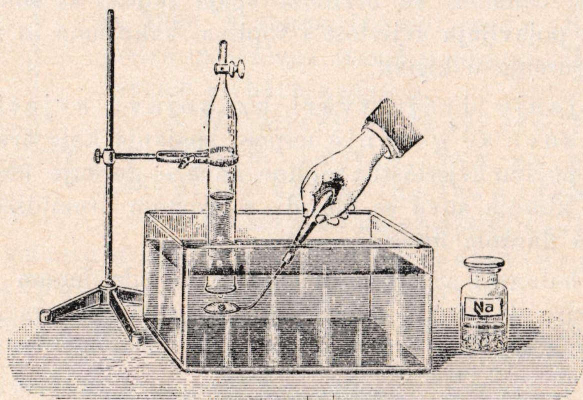
Supstitucija.

Pokusi: a) U cijevi A od teško taljiva stakla ili od porcelana (Sl. 21.) žarimo željezni prašak i dovodimo vodene



Sl. 21.

pare iz boce B. Razvija se plin, koji skupljamo u valjku C s pomoću p n e u m a t s k e k a d i c e. Tim spriječimo, da se razvijeni plin ne miješa s uzduhom.



Sl. 22.

b) Strugotine kovine kalcij sipamo u staklenu tikvicu, koja je do $^3/_4$ puna vode. Gdje se kovina dotiče vode, dižu se mjehuri plina bez boje. Boca se začepi čepom, kroz koji prolazi odvodna cijev do pneumatske kadice.

c) Nabodemo li zrno natrija na iglu, pa ga turimo pod valj, koji je pun vode, razvijat će se burno plin bez boje (Sl. 22.).

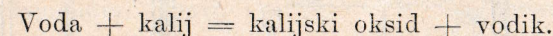
d) Bacimo li zrno kalija na vodu, koju smo lakmusom bojadisali crveno, plivat će kalij na vodi amo tamo, a oko njega će se pojaviti ljubičasti plamen. Tekućina je sada modre boje.

Poučci: 1. Usijano željezo rastvara vodene pare, izlučujući iz njih plin bez boje, koji se zove v o d i k.

Kovina kalcij izlučuje vodik iz vode već kod obične temperature, a kovine natrij i kalij rastvaraju vodu još brže, vodik se zapali, a plamen se njegov bojadiše izgarajućim parama tih kovina žuto, dotično ljubičasto.

2. Kovine željezo, kalcij, natrij i kalij izlučuju iz vode vodik i polaze na njegovo mjesto. Tu reakciju zovemo zamjenom ili s u p s t i t u c i j o m. Oni proizvodi, što se tope u vodi, tvore s njom l u ž i n e. Zbog toga pomodri lakmus.

3. Znademo, da neki kovinski oksidi tvore s vodom osnove ili lužine. Djelovanjem kovina, kalcija natrija i kalija na vodu postali su kovinski oksidi i vodik.



Voda + kalij = kalijski oksid + vodik.

Prema tome imade u vodi uz vodik još i kisika. V o d a j e v o d i č n i o k s i d, o n a s e s a s t o j i o d v o d i k a i k i s i k a.



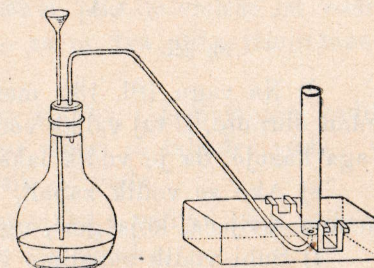
Vodični oksid + kalij = kalijski oksid + vodik.

§ 12. **O vodiku.**

Redukcija.

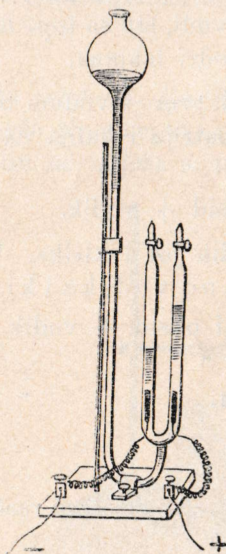
Iskustva i pokusi: a) Iz pređašnjega se § sjećamo rastvorbe vode i razvijanja vodika iz nje.

b) Da izvedemo dalje pokuse, p r o i z v o d i m o v o d i k djelovanjem usitnjena cinka na razvodnjenu sumpornu kiselinu u boci za r a z v i j a n j e p l i n o v a (Sl. 23.). Razvijeni vodik vodimo kroz cijev u p n e u m a t s k u k a d i c u, gdje ga sakupljamo u valjcima ili bocama.

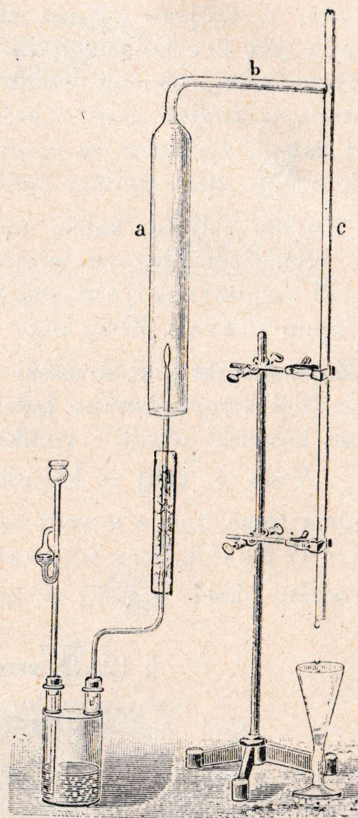


Sl. 23.

c) U voltametru (Sl. 24.) rastvaramo vodom razrijeđenu sumpornu kiselinu električnom strujom. Iz kapljevine izlaze plinski mjehurići bez boje. Nakon nekoga vremena nakupilo se iznad — pola (katode) dva puta više plina, negoli iznad + pola (anode). Kušamo li tinjajućom treskom plin iznad anode, to se treska upali. Onaj plin iznad katode upali se na gorućoj treski, on gori sam nesvijetlim plamenom.



Sl. 24.



Sl. 25.

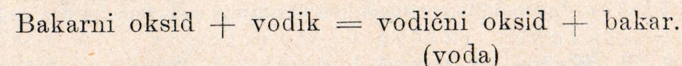
d) Na vagu (Sl. 13.) metnemo dva jednaka valjka i to jedan obrnuto. U taj valjak vodimo s pomoću duge cijevi vodik. Vaga kazuje, da je vodik lakši od uzduha.

e) Ako se vodik zapali, izgorjet će slabo svijetlim plamenom. Svijeća, koja gori, ugasit će se u njemu.

f) Suhi vodik zapalimo i poklopimo valjkom *a* (Sl. 25.), koji je nastavkom *b* spojen sa cijevi *c*. Valjak se naskoro orosi kod a; nakon par časaka iskapaju kapljice vode u kalež.

g) Miješamo li u kušalici vodik s uzduhom i zapalimo li tu smjesu, prasnut će.

h) Provodimo li osušeni vodik kroz cijev A (Sl. 26.), u kojoj žarimo (crni) bakarni oksid, tvorit će se vodene pare, koje upija kalcijski klorid u cijevi B. U krugljastoj cijevi A ostat će crveni bakar.

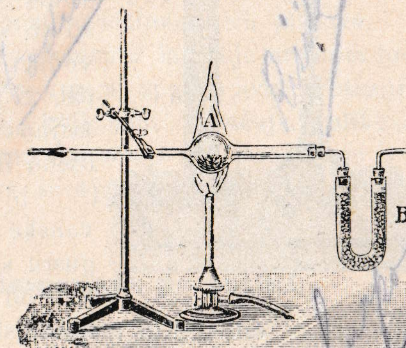


Bakarni oksid + vodik = vodični oksid + bakar.
(voda)

Vagnemo li punjene cijevi A i B prije i poslije pokusa, naći ćemo, da je kod te kemijske promjene cijev A izgubila nešto od težine, dok je cijev B nakon pokusa teža, negoli prije. Ako je na pr. cijev A izgubila 1·6 g (kisika) to iznosi prirast u cijevi B 1·8 g (vode).

Taj je prirast = 1·6 g. kisika + 0·2 g. vodika.

Poučci: 1. V o d i k (Hydrogenium[1]) je plin bez boje, ukusa i mirisa. Zapaljen gori modrikastim slabo svijetlim, ali veoma vrućim plamenom. Tvari, koje gore, u njemu gasnu.



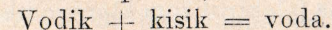
Sl. 26.

Vodik je najlakša tvar, gustoće 0·0693 t. j. $14\frac{1}{2}$ puta je lakši od uzduha, a 16 puta je lakši od kisika.

Uzima li se gustoća uzduha za jedinicu, onda je gustoća vodika 0·0693; a uzmemo li obrnuto gustoću vodika za jedinicu, onda je gustoća uzduha po prilici 14·5.

2. P r a s k a v a c ili praskavi plin je smjesa od vodika s kisikom. Najjače prasne, ako su ta dva plina izmiješana u omjeru 2 : 1.

3. V o d a postaje izgaranjem vodika, t. j. spajanjem vodika s kisikom. Kad praskavac prasne, tvori se također voda.



Vodik + kisik = voda.

1·6 g kisika daje svaki put sa 0·2 g vodika 1·8 g vode ili: U 18 g vode ima 16 g kisika i 2 g vodika.

4. Voda je sastavljena iz vodika i kisika i to po težini u omjeru 2 : 16 ili 1 : 8. Kako je kisik 16 puta teži od vodika,

[1]) Od grčke riječi hýdor = voda i genáo = tvorim.

to možemo reći, da u vodi ima vodika i kisika po obujmu u omjeru 2 : 1.

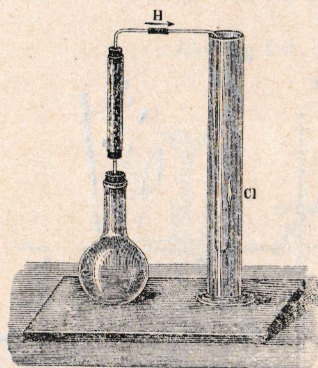
5. Vodik oduzima bakarnom oksidu (a tako i drugim oksidima) kisik i spaja se s njim u vodu. On zato služi za otkisivanje ili redukciju, t. j. uzimanje kisika. Od kovinskih oksida ostat će kod toga postupka kovina.

Vježba: Isporeďujte postupak kod oksidacije s postupkom kod redukcije.

§ 13. Kako se tvori i rastvara klorovodik?

Obujmene i spojne težine elemenata.

Pokusi: a) Zapalimo li vodik, što izlazi na kraju cijevi, i uronimo li ga u valjak s klorom, gorjet će vodik u kloru dalje, t. j. on će se brzo spajati s klorom u klorovodik: Vodik + klor = klorovodik (Sl. 27.). Taj novo postali plin voda željno upija i tvori s njim klorovodičnu ili solnu kiselinu.



Sl. 27.

b) Ako rastvorimo s pomoću galvanske struje lakmusom obojenu gustu solnu kiselinu (kojoj smo dodali od prilike 0·9 zasićene rastopine kuhinjske soli) u aparatu, koji je sličan aparatu za rastvorbu vode (samo što su ovdje elektrode od ugljena), to će se u obadvije cijevi nakupiti jednaki obujmovi plinova[1]), koje ćemo lako prepoznati kao vodik i klor.

Poučci: 1. Klorovodik postaje izgaranjem vodika u kloru (sinteza); električnom se strujom raspada: na — polu izlučuje se vodik, a na + polu klor, i to po jednakim obujmima. Od klora će izbijeliti lakmus i mnoge druge boje.

Ako se vodik zapali, izgori na uzduhu u vodu, a u kloru na klorovodik.

2. Ako objema (elektrolizom klorovodika) izlučenim plinovima odredimo težine (pri istoj temperaturi i jednakom pritisku) pa ih stavimo u omjer, odnosit će se težine jednakih obujmova vodika i klora kao 1 : 35·5.

[1]) Tek iza nekoga vremena, dok se tekućina s klorom zasitila.

3. Točnim vaganjem (uz jednaku temperaturu i pritisak) našlo se, da obujam klora teži 35·5 puta, a obujam kisika 16 puta toliko, koliko jednaki obujam vodika. — Vodik je najlakši plin: s njim se mogu isporediti težine jednakih obujmova ostalih plinova (mjereni pod istim uvjetima). Ako je težina 1 litre vodika = 1, onda je težina 1 litre kisika = 16, 1 litre klora = 35·5 i t. d.

Brojevi, koji izrazuju težine jednakih obujmova plinova (pod jednakim pritiskom i uz jednaku temperaturu), zovu se volumne težine tih plinova.

4. Označimo li težinu odreďenoga obujma vodika s 1 (jedinicom težine), to iznosi težina one množine klora, koja se s tim obujmom vodika u klorovodik spaja, 35·5 (jedinicâ težine). Brojevi 1 i 35·5 zovu se zato spojne težine vodika i klora; one su jednake obujmenim težinama tih plinova.

Spojna težina jednoga elementa izrazuje uteznim brojem onu množinu toga elementa, koja se spaja s jednim uteznim dijelom vodika ili: onaj broj, koji nam označuje, koliko se uteznih dijelova nekoga elementa spoji ili zamjenjuje s 1 uteznim dijelom vodika, zove se spojna težina dotičnoga elementa.

§ 14. Spajanje elemenata po težini.

Zakon o stalnim uteznim omjerima.

Iskustvo: Sjetimo li se tvorbe ili rastvorbe različitih spojeva na pr. klorovodika i klorida, možemo kazati, da svaki put postaje:

iz 1 *g* vodika + 35·5 *g* klora = 36·5 *g* klorovodika,
iz 13 *g* natrija + 35·5 *g* klora = 58·5 *g* natrijskoga klorida,
iz 29 *g* kalija + 35·5 *g* klora = 74·5 *g* kalijskoga klorida,

a čitamo li te jednadžbe obrnutim smjerom, t. j. s desne strane na lijevu, to nam one kažu, u kojim se omjerima po utegu (težini) napomenuti spojevi rastvaraju.

Brojevi 1, 35·5, 23 i 39 jesu spojne težine gore navedenih elemenata.

Poučci: 1. S vodikom možemo isporediti (s obzirom na spojne težine) i takova počela, s kojima se on sam ne spaja. Zamijenimo li na pr. u klorovodiku vodik s natrijem ili kalijem, trebat ćemo za svaki utezni dio vodika svaki put 23

utezna dijela natrija ili 39 uteznih dijelova kalija, koji su u nastalim spojevima (klorkalij i klornatrij) spojeni sa 35·5 uteznih dijelova klora, t. j. s onom množinom klora, koja odgovara 1 uteznome dijelu vodika. 35·5 dijelova klora jesu dakle ekvivalentni s 23 dijela natrija i s jednim dijelom vodika ili: Ekvivalentna ili spojna težina natrija jest 23.

2. Iz svih pokusa o kemijskom spajanju i o rastvorbi proizlazi **zakon o stalnim uteznim omjerima. Počela se spajaju u kemijski spoj uvijek samo po točno određenom i nepromjenljivom uteznom omjeru. Ti su omjerni brojevi** (spojne težine) **za svaki elemenat ustanovljeni.**

§ 15. Kako razjašnjujemo spajanje elemenata? Molekuli, atomi, molekularne i atomne težine.

(*Obavijest:* Pravilnosti pri spajanju elemenata kušao je tumačiti Dalton. Po njemu sastoji se svaka tvar od veoma mnogih najmanjih čestica, koje imaju određenu (pri istoj tvari jednaku) veličinu i težinu. Prema tome spoje se dva elementa tako, da se jedna najmanja čestica jednoga elementa spoji s jednom ili više najmanjih čestica drugoga elementa. S pomoću te teorije možemo rastumačiti zakon o stalnim omjerima.

Naskoro se pak pokazalo, da ta pretpostava jedne vrste najmanjih čestica ne može tumačiti sve pravilnosti pri spajanju elemenata, pa se tada Daltonova hipoteza proširila u molekularno-atomističku teoriju.)

I. Molekuli[1]).

Iskustvo: Iz iskustva znamo, da nam je moguće vodu, sumpor, slador, željezo pa i sve ostale tvari rastaviti i razdijeliti na sve manje i manje dijelove. Pri tome smo opazili, da su kapljice, dobivene dijeljenjem vode, opet voda, da su mala prašna zrnca, dobivena smrvljenjem šipkasta sumpora, opet sumpor i t. d. Naslućujemo, da ne bismo mogli tvari dijeliti bez kraja.

Poučak: Naslućene čestice tvari, koje fizičkim pomagalima dalje nijesu djeljive a s izvornom se tvari pokazuju istovetne (identične) i same zase postojati mogu, zovu se molekuli.

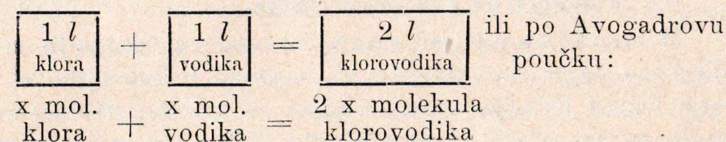
Razlikujemo molekule spojeva i molekule elemenata. Svaka je tvar sastavljena od molekulâ, između njih djeluje kohezija; molekuli će imati određenu težinu.

[1]) Od lat. molecula = tvarna čestica.

II. Atomi[1]).

a) Vidjeli smo, da se plinoviti elementi pravilno spajaju po težini, a i po obujmu. Mora dakle da postoji neki odnošaj između težine i obujma, koji određena množina plina zaprema. Taj nam je odnošaj razjasnio Avogadro svojim poučkom, koji glasi ovako: U jednakim obujmima plinova ima uz jednaki pritisak i jednaku temperaturu jednaki broj molekulâ.

Iz § 13. znamo, da se rastvorbom solne kiseline dobivaju jednaki obujmi klora i vodika, dok iz drugih pokusa proizlazi, da se klor s vodikom po obujmu spaja ovako:



Vidimo, da je zbroj molekula prije i poslije spajanja isti, ali je svaki molekul prije spajanja sadržao samo jedan elemenat (vodik ili klor), dok iza spajanja sadrži dva elementa (klor i vodik). U 2 x molekula klorovodika mora biti 2 x čestice klora i 2 x čestice vodika. Zato se pri spajanju vodika i klora u klorovodik mora svaki molekul vodika i svaki molekul klora raspadati na dvije (manje) čestice, a po jedna takva (manja) čestica vodika spojila se s isto takvom (manjom) česticom klora u molekul klorovodika. Iz toga pak zaključujemo, da se molekuli elemenata i spojeva sastoje iz još manjih čestica, koje sudjeluju kod kemijskih promjena.

b) Sjetimo li se rastvorbe vode, živina oksida i drugih spojeva, pa i nauka o molekulima, možemo tvrditi, da se molekuli vode mogu rastaviti na još manje čestice vodika i kisika, a molekuli živina oksida na još manje čestice žive i kisika.

Poučci: 1. Najmanje čestice elemenata, koje se rastavljanjem molekulâ oslobađaju, a u nove se molekule spojeva ili elemenata sastavljaju, zovu se atomi.

Oni se ne mogu ni mehaničkim ni kemijskim putem dalje razdijeliti, a sami zase slobodno ne postoje. Jasno je, da imade atomâ samo od elemenata, a nipošto od spojeva. Koliko je

[1]) Od grčke riječi átomos = nerazdjeljiv.

različnih elemenata, toliko je različnih atoma. Atomi će imati također određenu težinu.

2. Molekuli elemenata sastavljeni su najčešće od dva atoma[1]), i to od iste tvari, molekuli spojeva od dva ili više raznovrsnih atoma.

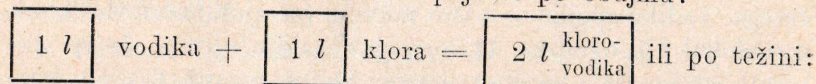
Sila, kojom se spajaju atomi u molekule, zove se *afinitet*. Atomi su sijelo afiniteta, oni sami za sebe opstojati ne mogu, nego se spoje ili s drugim atomima istoga elementa u molekule elemenata, ili s atomima različnih elemenata u molekule spojeva.

III. Molekularne i atomne težine.

Molekuli i atomi jesu neizmjerno maleni, stoga ih vidjeti i direktno vagati ne možemo, ali možemo težine njihove, odabravši težinu jednoga atoma vodika za jedinicu težine, s tom jedinicom ispoređivati i odrediti. To činimo na pr. na temelju Avogadrova poučka.

Iz § 13. znamo, da se rastvorbom solne kiseline dobivaju jednaki obujmi klora i vodika; iz § 12. pak znamo, da se voda sastoji od 2 obujma vodika i 1 obujma kisika. Iz drugih pokusa izlazi, da se oslobođeni elementi opet spajaju po određenim obujmima. Na primjer u litrama:

a) Za tvorbu klorovodika spoje se po obujmu:



ili po težini:

1 g vodika + 35·5 g klora = 36·5 g klornog vodika.

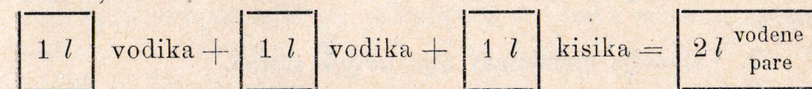
Ako je u 1 l vodika i u 1 l klora ista množina molekulâ, i ako se svaki od tih molekula sastoji od dva atoma, onda je u jednakim obujmima tih plinovitih elemenata i jednaka množina atomâ. Uzima li se težina jednoga atoma vodika za jedinicu, onda važi 1 atom klora zacijelo 35·5 takovih jedinica. Zato se *omjerni brojevi* 1, 35·5 i t. d. zovu nakratko *atomne težine*. Spojna težina u ovom je slučaju jednaka atomnoj težini.

U nastaloj dvolitri plinovitog klorovodika bit će iz gore navedenih razloga množina molekulâ dvostruka od one u 1 l vodika ili klora sadržane množine. Svakomu molekulu kloro-

[1]) Izuzetak čine arsen, fosfor i neke kovine.

vodika pripada po jedan atom vodika i jedan atom klora, a takova molekula važi 36·5 puta toliko, koliko 1 atom vodika. *Broj 36·5 zovemo molekularnom težinom klorovodika.*

b) Za tvorbu vode:



ili po težini:

2 utezna dijela vodika + 16 uteznih dijelova kisika = 18 uteznih dijelova vodenih para.

Molekul vode sastoji se od 2 atoma vodika i 1 atoma kisika, *njegova je molekularna težina* 18.

Iz omjera 2 : 16 izlazi, da 16 uteznih dijelova kisika imade isti afinitet kao 2 utezna dijela vodika, ili da 8 uteznih dijelova kisika odgovara jednome uteznom dijelu vodika. Spojna ili ekvivalentna je težina kisika (8) polovica njegove atomne težine (16).

§ 16. Valencija elemenata.

Zakon o mnogostručnim omjerima.

Osvrt: Odaberemo li onu množinu afiniteta, koja može vezati jedan atom vodika, za spojnu jedinicu, kazat ćemo, da klor imade 1 spojnu jedinicu znajući, da se uvijek 1 atom vodika spaja s jednim atomom klora. A jer je u molekulu vode 1 atom kisika spojen s 2 atoma vodika, imat će atom kisika dvostruku množinu afiniteta od one, koju posjeduje atom vodika. Kisik ima dvije spojne jedinice.

Slično je u amonijaku 1 atom dušika spojen sa 3 atoma vodika, a u metanu 1 atom ugljika sa 4 atoma vodika.

Poučci: 1. Afinitet različnih počela različit je: ona množina njegova, koju sadrži jedan atom vodika zove se jedinica afiniteta; množina afiniteta kojega drugog elementa zove se njegova *valencija*.

Valencija se elementa označuje brojem, koji kazuje, koliko se atoma vodika spaja s jednim atomom dotičnoga elementa.

2. Po valenciji ređamo elemente ovako:

Jednovalentni su: vodik, fluor, klor, brom, jod, natrij, kalij, srebro i dr.

dvovalentni su: kisik, sumpor, kalcij, magnezij, cink i dr.;

trovalentni su: dušik, bor, zlato i dr.;

četverovalentni su: ugljik, kremik, kositer i dr.

Elementi jednake valencije zovu se ekvivalentni elementi.

3. Valencija elemenata nije uvijek stalna.

Željezo i sumpor na pr. spajaju se u poznati željezni sulfid, u kojem je 1 atom željeza spojen s 1 atomom sumpora.

Ali se u prirodi nalazi još jedan spoj željeza sa sumporom, kojemu je mineraloško ime pirit. U piritu je 1 atom sumpora spojen s 2 atoma željeza. Da obadva spoja postoje, treba pomisliti na promjenu valencije. Tu sposobnost za vezanje različnih množina drugih elemenata pokazuju još i mnoga druga počela, na pr. dušik i ugljik, ali uvijek tako, da se na pr. 1 atom jednoga elementa spoji s 1, 2, 3 . . . atoma drugoga elementa. — Na temelju stečena iskustva možemo izreći **zakon o mnogostručnim omjerima: Spajaju li se dva elementa međusobno u više nego u jednom omjeru, bit će uz jednaku količinu jednoga elementa one različite količine drugoga elementa višekratnici najmanje količine, a po utegu višekratnici spojne težine toga elementa.** Na pr. po utegu:

56 *g* željeza spoje se s 32 *g* sumpora u željezni sulfid (§ 9.).

56 *g* željeza spoje se s 2 $\times$ 32 *g* sumpora u pirit.

§ 17. Kemijski znakovi.

Zakon o uščuvanju količine materije.

S razvitkom kemije pojavila se potreba, da se stručno tumače kemijski pojavi i operacije. Osobito zgodno počeo je označivati sastav tvari u prošlom vijeku švedski kemik Berzelius, a iz tih se početaka razvilo današnje označivanje:

1. Elemente označujemo ukratko simbolima, t. j. početnim slovima njihovih latinskih i grčkih imena. Počinju li se imena dvaju ili više elemenata istim slovom, dodaje se početnomu slovu dotičnoga elementa još koje karakteristično slovo njegova imena. Simbol elementa označuje uvijek najmanju česticu t. j. atom; broj simbolu desno pridan označuje množinu atomâ. Na pr. O = kisik (Oxigenium), H = vodik (Hydrogenium), Hg = živa (Hidrargyrum), Fe = željezo (Ferrum); H_2 = 2 atoma vodika, O_2 = 2 atoma kisika i t. d. Valjanost se elementa označuje rimskim brojem, koji se piše nad znakom elementa na pr H^{I}, O^{II}, N^{III} i t. d.

2. Atomne se težine prikazuju omjernim brojevima, po kojima se elementi spajaju, u spojevima se nalaze, a rastvorbom se iz spojeva opet izlučuju. Uzimajući pri tomu atomnu težinu vodika = 1 bilježimo: $H = 1$, $Cl = 35{\cdot}45$, $C = 12$, $O = 16$ i t. d.

3. Kemijske spojeve označujemo kemijskim formulama. Njih dobijemo, ako bilježimo znakove elemenata jedan uz drugi, i ako ujedno označimo, koliko je atoma od svakoga elementa u molekulu spoja.

Kemijska je formula izraz za sastav jednoga molekula spoja. Brojevi pred kemijskom formulom označuju množinu molekulâ; na pr. H_2O = jedan molekul vode; 3 HgS = tri molekula živina sulfida.

4. Zbrojimo li težine svih atoma jednoga molekula, doznat ćemo molekularnu težinu dotičnoga spoja.

5. Tijek kemijskih operacija (procesa) prikazujemo kemijskim jednadžbama, na pr. tvorbu vode: $H_2 + O = H_2O$; rastvorbu živina oksida: $HgO = Hg + O$.

6. Sjetimo li se kemijskih promjena, kao što su rastavljanje (analiza), sastavljanje (sinteza), zamjena (supstitucija), koje smo pokusima upoznali, pa bilježimo li ih kemijskim pismom služeći se dosada poznatim kemijskim zakonima, možemo tvrditi, da se sve kemijske pojave pokoravaju **zakonu o uščuvanju količine materije**, koji glasi:

Određujemo li pri kemijskim promjenama težine izvornih i težine nastalih tvari, uvjerit ćemo se, da su težine nastalih spojeva uvijek jednake zbroju težinâ njihovih sastavina, a sastavine izlučene iz kemijskoga spoja važu skupa isto toliko, koliko je vagao onaj spoj, koji su prije sastavljale.

Kod bilo koje kemijske promjene niti se što materije gubi, niti je postaje više.

Kemijske su pojave promjene unutar molekulâ, a proizvode ih ulazeći ili izlazeći atomi.

Te nam promjene prikazuje svaka kemijska jednadžba, a uza to i zakon o neuništivosti tvari, svejedno da li čitamo jednadžbu s desne ili lijeve strane.

Lavoisier je (g. 1789.) prvi upotrijebio vagu kod kemijskih pokusa i istraživanja i postavio zakon o neuništivosti materije.

Vježbe: 1. Recite primjere za sintezu, analizu, neutralizaciju i izrazite ih jednadžbama.

2. Obrazložite na tim kemijskim jednadžbama zakon o neuništivosti tvari.

§. 18. **Najvažniji elementi, njihovi simboli i atomne težine**[1]).

Imena počelâ	Simboli	Atomne težine	Imena počela	Simboli	Atomne težine
Aluminij	Al	27·1	Kremik (Silicium)	Si	28·3
Antimon (Stibium)	Sb	120·2	Krom	Cr	52·1
Arsen	As	74·96	Magnezij	Mg	24·32
Barij	Ba	137·37	Mangan	Mn	54·93
Bor	B	11·0	Mjed (Cuprum)	Cu	63·57
Brom	Br	79·92	Natrij	Na	23·00
Cinak (Zincum)	Zn	65·37	Nikalj	Ni	58·68
Dušik (Nitrogenium)	N	14·01	Olovo (Plumbum)	Pb	207·10
Fluor	F	19·0	Platina	Pt	195·0
Fosfor (Phosphorus)	P	31·04	Srebro (Argentum)	Ag	107·88
Jod	J	126·92	Sumpor (Sulphur)	S	32·07
Kalaj (Stannum)	Sn	119·0	Ugljik (Carbonium)	C	12.00
Kalcij	Ca	40·09	Vodik (Hydrogenium)	H	1·008
Kalij	K	39·10	Zlato (Aurum)	Au	197·2
Kisik (Oxygenium)	O	16·00	Željezo (Ferrum)	Fe	55·85
Klor	Cl	35·46	Živa (Hidrargyrum)	Hg	200·0
Kobalt	Co	53·97			

[1]) T. zv. internacionalne atomne težine.

III. Najvažnije nekovine, njihovi spojevi i rude.

Počela dijelimo na kovna i nekovna. Kovine se obično odlikuju neprozirnošću, kovnom bojom i kovnim sjajem, dobri su vodiči topline i munjine; nekovine pak — s malim izuzecima — tih svojstava ne pokazuju.

§ 19. **Vodik, kisik, voda.**

$H = 1$, $O = 16$, $H_2O = 18$.

Zadaci: 1. Sastavite svojstva vodika i kisika u dva stupca jedan uz drugi i isporeďujte ih meďusobno.

2. Recite, kojim su se pokusima odredila svojstva vodika i kisika.

Vodik se u prirodi nalazi samo u spojevima, na pr. u vodi i kiselinama. Dobiva se rastvorbom vode ili kiselina. Veoma je lagan, izgara slabo svijetlim, ali vrućim plamenom na vodu. Otuda mu ime Hydrogenium — tvorac vode. Upotrebljavaju ga za punjenje zrakoplova, za redukciju kovnih oksida i za proizvoďenje visokih temperatura.

Kisik je u prirodi veoma raširen Uz dušik imade slobodna kisika u uzduhu, s vodikom je spojen u vodi. Dobiva se iz kovinskih oksida ili iz kalijskoga klorata, a u novije doba i iz uzduha. Teži je od uzduha, gorenje i disanje pospješuje u velikoj mjeri. Spajanje tijela s kisikom zove se oksidacija, a oksidacija uz pojavu svjetlosti i topline zove se gorenje. Okside dijelimo na kisele, bazične i indiferentne.

Ozon, $O_3 = 48$.

Iskustvo: Poslije oluje, a pri pokusima na munjilu osjećamo osobiti miris, koji osvježuje, a potječe od ozona[1]).

Pokusi: a) S pomoću inducirane galvanske struje može se iz kisika dobivati obilno ozona.

b) Ozon uvodimo u vodu, u kojoj je rastopljen škrob i kalijski jodid. Rastopina pomodri.

[1]) Ozon od grčke riječi ózo = mirišem.

Poučci: 1. Kada kisik prelazi u ozon, umanjuje se uvijek njegov obujam, zato se ozon i zove zgusnuti kisik. Ozon djeluje mnogo energičnije od običnoga kisika: on izbijeli tkanine, uništuje onaj gadni miris od proizvoda gnjilobe, zato ga još i zovu aktivni kisik. U uzduhu nastaje ozon, kad probijaju električne iskre (na pr. ako munja sijevne), ili kad voda hlapi na sunčanoj svjetlosti. Ozona ima u maloj množini svuda u svježem uzduhu, navlastito na moru, u šumama i livadama; najmanje ga ima u uzduhu gradova.

2. *Alotropija.* Pri kisiku smo prvi put saznali, da se elementarna tvar može pojaviti u različitim stanjima, koja se razlikuju nesamo po fizikalnim svojstvima, već i po kemijskim učincima. Sposobnost elemenata, da se mogu pojaviti u različitim stanjima, s različitim fizičkim i kemijskim svojstvima, zovemo alotropijom[1].

Voda, $H_2O = 18$.

Iskustvo i pokusi: a) Iskustvo nas uči, da se stijene boce ili čaše, u kojoj stoji pitka voda, pokriju s vremenom bijelom tvari, zbog čega se staklo pomuti.

b) Isparimo li u žlici ili na limu od platine nešto vode kišnice ili riječne, ne ostaje znatan ostatak, dok od vode iz vrela zaostaje zemljasta prevlaka. U parnim kotlovima zaostaje nakon isparivanja velike količine vode kamen kotlovac.

Poučci: 1. Voda je kao ruda u prirodi veoma raširena. Znamo, da ona u tekućem stanju pokriva $^3/_4$ zemaljske površine. U krutom stanju pokriva velika područja visokoga gorja i polarnih krajeva. Osim toga sadržavaju životinjska tjelesa gotovo $^2/_3$ vode, dok u biljkama množina vode katkada naraste i na 90%.

U obliku vlage i vodenih žila prolazi voda naslagama zemlje, kao para kupi se u uzduhu, ispada ohlađivanjem kao magla, rosa, dažd i dr.

2. Voda apsorbira različite plinove i rastapa nebrojene krutine, zbog toga nema nigdje u prirodi kemijski čiste vode.

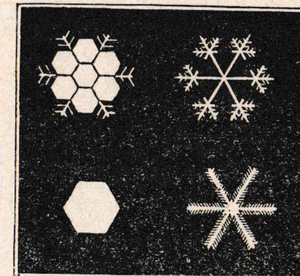
Najčišća je prirodna voda snježanica, zatim kišnica, ali već i one sadrže sastavine uzduha. Kišnica prodire kroz slojeve zemlje, prelazi preko različnoga kamenja, i rastapa na

[1] Od grčke riječi álo = drukčije, trépo = preokrećem.

tom putu mnoge tvari. Dospije li zatim na površinu prirodnim putem ili umjetnim načinom, zove se vrelo ili zdenčana voda.

Pokus: c) Dodajemo li zdenčanoj vodi sapunice (rastopinu sapuna u spiritu), pomutit će se smjesa, jer se izlučuje bijeli talog[1]). Voda iz zdenca ili vrela obara sapun.

Poučci: 3. Nazivi „tvrda“ i „meka“ voda poznati su nam iz života. Voda je postala tvrdom, ako je sama i uz pomoć ugljične kiseline rastopila velike množine krutinâ; ako je pak voda na svome putu kroz zemlju prodrla takove slojeve kamenja, iz kojih nije mogla mnogo rastopiti, bit će meka.



Sl. 28.

Tvrda voda nije zgodna ni za pranje ni za kuhanje. Tvrde vode jesu: voda iz vrelâ, zdenaca, morska i svaka mineralna voda; meke su vode: snježanica, kišnica i riječna voda.

4. Ako se vodene pare uzduha naglo ohlađuju, pretvore se one i vodene kapljice u krutu tvar, koja u obliku šesterotrakastih zvjezdica ili zrnaca kao snijeg i tuča na zemlju pada ili se u obliku sitnih iglica kao inje hvata na predmetima (Sl. 28.). Ohladi li se voda do 4° C, ona se sve jednako steže; ohladi li se još dalje, opet se rasteže, no kod 0° C se smrzne. Led je za 0·1 lakši od vode, zato kad pliva, provira je $^1/_{10}$ iz vode, dok je $^9/_{10}$ zaronjeno. Čisti je led bistar, proziran, staklena sjaja i ljušturasta loma.

5. Kada se voda grije, kipi ona kod 100° C, ako je pritisak uzduha 760 m/m. Za pretvorbu vode od 100° u paru od 100° treba 536 kalorija topline. Da se pretvori led od 0° u vodu od 0°, treba 79 kalorija.

6. Čista se voda od 4° C uzima kao jedinica gustoće za ispoređivanje gustoće tekućinâ i krutinâ.

7. Kemijski čistu vodu proizvodimo izgaranjem vodika (str. 22. f—h) a približno čista voda, koja se dobiva desti-

[1]) U svrhu ispoređivanja zgodno se izvodi taj pokus s vodom destiliranom, riječnom, zdenčanom i vapnenom u četiri jednake tikvice.

*

lacijom prirodne vode, zove se destilirana voda (str. 7.). Ona ne ostavlja — kada se ispari — nikakova ostatka. Destilacija se vode vrši i u prirodi (kišnica).

§ 20. **Dušik, uzduh i spojevi dušika.**

Dušik (Nitrogenium), $N = 14$.

Pokusi i iskustvo: a) Sjetimo se pokusa s uzduhom (u § 6. str. 13.) i sastava uzduha!

b) Vodimo li uzduh kroz cijev, u kojoj žarimo bakarnu piljevinu, spojit će se bakar s kisikom uzduha, a dušik će izaći nepromijenjen iz cijevi.

Poučci: 1. Po množini je dušik glavna sastojina uzduha: u njemu se on nalazi kao i kisik nespojen. U spojevima imade ga u amonijaku, salitri i mnogim organskim tvarima, što se nalaze u biljnom i životinjskom svijetu.

2. Dušik je plin bez boje, ukusa i mirisa, spaja se neposredno s vrlo malo elemenata, ne gori i ne potpomaže gorenje, ali nije otrovan.

3. **Uzduh** ili **zrak** opkoljuje našu zemlju kao plinski plašt (atmosfera), koji je oko 200 *km* visok, a na svaki cm^3 površine proizvodi tlak od 1 *kg* (1033·6 *g*) t. j. tlak od jedne atmosfere. Gustoću uzduha uzimamo za jedinicu, kad ispoređujemo gustoće plinova.

4. Znamo iz § 6., da je uzduh u glavnom smjesa od kisika i dušika. U sto dijelova uzduha nalaze se poprečno po obujmu: dušika 78·3, kisika 20·7, vodenih para 0·8, i ugljičnoga dioksida 0·03 dijela[1]).

Da je uzduh smjesa, a ne spoj, izlazi na pr. iz toga, što je uzduh, koji je apsorbirala voda, obilniji kisikom (34·9%), jer voda upija više kisika nego dušika. To ne bi moglo biti, da je u uzduhu kisik s dušikom spojen.

5. Ohladimo li zrak na — 140° uz pritisak od 20 atmosfera, to se on pretvori u kapljevinu. Budući da je ta kapljevina smjesa, to se ona fraktioniranom destilacijom može rastaviti. Na taj se način dobiva iz uzduha kisik.

6. Odrastao čovjek treba po Pettenkoferu na sat 60 m^3 svježega uzduha. Kroz porozne zidove mogu u sobu od 75 m^3

[1]) Osim nabrojanih sastavina našlo se u najnovije doba još nekoliko rijetkih elemenata u uzduhu, između njih do 1% Argona.

sadržaja (pri spoljašnjoj temperaturi od 19° C) unići na sat 54 m^3 svježega uzduha.

Disanjem se potroši kisik uzduha, a izdiše se plinska smjesa zasićena vodenim parama. U njoj imade od prilike 4% ugljičnoga dioksida, dakle 100 puta više nego u svježem uzduhu. Takav plin ne valja više za disanje.

Gorenjem i disanjem pokvareni uzduh nadomješta se svježim uzduhom s pomoću zračenja ili ventilacije. Ventilacija je dvojaka, prirodna i umjetna. Prirodnu izmjenu uzduha omogućuju propustljivi zidovi i puči uz prozore i vrata. Umjetno izmjenjujemo uzduh loženjem stanova, otvaranjem prozorâ i vratâ i zgodnim spravama — ventilatorima. Najbolji je način zračenja neprekinuta izmjena uzduha (veoma polagana promaja) s pomoću posebne uredbe za ventilaciju, u kojoj se svježi uzduh grije (ili hladi) i ovlaži prije polaska u određene prostorije (škole, kazališta, bolnice: 3 × 20 m³ na sat i osobu).

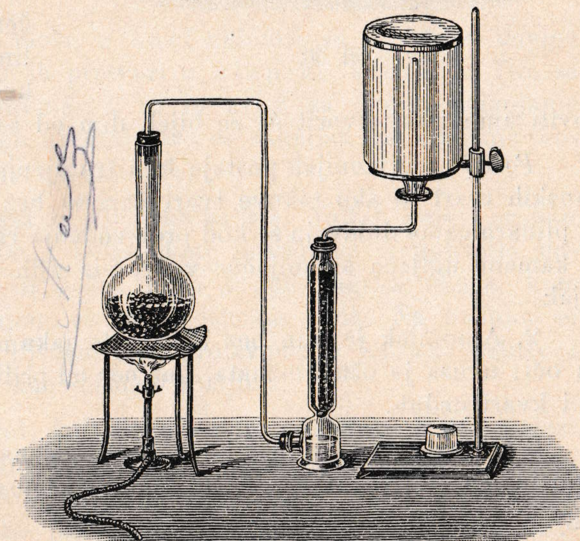
Vježbe: 1. Ispoređujte sastav uzduha i vode. — 2. Ispoređujte vodene pare i praskavi plin.

Amonijak, $NH_3 = 17$.

Iskustvo i pokusi: a) Poznata je pronicava duha konjskih stajâ i gnojištâ. Ta duha potječe od amonijaka,[1]) koji se rastvorbom organskih tvari tamo razvija.

b) Rastaremo li salmijak s vapnom u tarionici, to nas ujeda hlapivi amonijak.

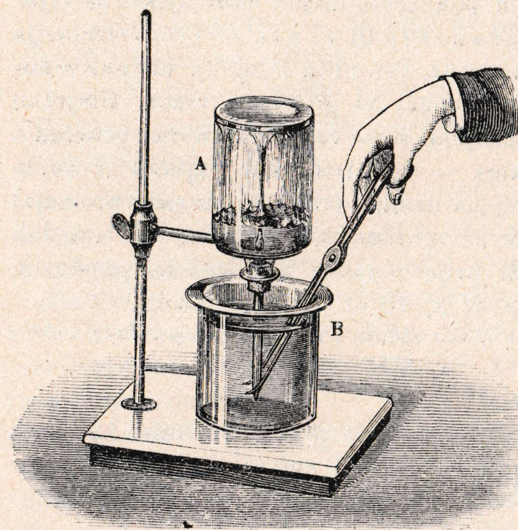
c) U tikvici za razvijanje plinova grijemo smjesu od salmijaka s gašenim vapnom uz dodavanje male količine vode (Sl. 29.). Plinoviti vlažni amonijak sušimo živim vapnom, a



Sl. 29.

[1]) i njegovih spojeva.

onda njim napunimo bocu, koja je grlom (otvorom) okrenuta prema dolje. (NH_3 je lakši od uzduha). Bocu, punu plinovitim amonijakom, začepimo čepom, kroz koji prolazi kratka staklena cjevčica, i uronimo grlom u vodu, koja je lakmusom obojena crveno. Voda će veoma naglo navaliti u bocu i napuniti je, apsorbirajući sav amonijak (Sl. 30.). Uza to se boja lakmusa preokreće na modro. Nastala se vodena rastopina zove ijetki amonijak ili salmijakov sprit. To je tekućina lužnata ukusa i reakcije (osnova), koja s kiselinama tvori soli amonija.



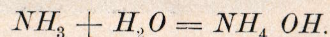
Sl. 30.

d) Ijetkim amonijakom neutraliziramo solnu kiselinu. Približimo li štapić zamočen u solnu kiselinu kušalici, iz koje se razvija plinoviti amonijak, stvorit će se bijeli dim od salmijaka.

Poučci: 1. Amonijak postaje kod truhljenja dušičnatih organskih tvarî ili ako takove tvari žarimo bez pristupa zraka. U plinarnicama dobivaju se kod proizvođenja rasvjetnoga plina iz kamena ugljena amonijačne vode, a iz njih s vapnom amonijak.

2. Amonijak je plin bez boje, vrlo jaka mirisa, tjera suze na oči; ukusa je oštro lužnata, gustoće od prilike 0·6. Otrovan je i kvari uzduh.

3. Studena voda apsorbira amonijak naglo i u velikim množinama (1 : *ca* 1000). Ijetki amonijak postaje iz plinovitoga amonijaka i vode:



$$NH_3 + H_2O = NH_4\ OH.$$

Taj se spoj sastoji od elementarne hrpe ili radikala NH_4 = amonij i radikala OH = hidroksil. Spojeve, u kojima ima hidroksila, zovemo hidroksidima, ijetki je amonijak amonijski hidroksid.

Salmijak, NH_4Cl, nišador ili amonijski klorid.

Obavijest: Amonijski klorid postaje:

1. Adicijom: $NH_3 + HCl = NH_4Cl$ i

2. Supstitucijom: $NH_4\,OH + H\,Cl = NH_4Cl + H_2O$.

Pokus: Na bakarnom limu grijemo zrno kositera; on se tali, ali se ne prima bakra. Sipamo li sada na bakarni lim nešto salmijaka, i položimo na to mjesto zrno kositera pa onda opet grijemo lim, talit će se kositer, raširit će se po bakru, a nakon ohladjenja ostaje na njemu učvršćen kao sjajna prevlaka.

Poučci: 1. Salmijak je ili vlaknasto kristalična sloga ili je bijelo kristalinično brašno, koje se u vodi lako topi, ljuta je i slana ukusa, slična ukusu kuhinjske soli. Ta se sličnost izrazuje i u sastavu. Ako naime u formuli kuhinjske soli $NaCl$ zamijenimo Na s NH_4, dobijemo formulu za salmijak NH_4Cl.

2. Salmijak može u žari ukloniti sa površine kovinâ njihove okside, jer ih pretvori u hlapive kloride. Tim se očisti površina kovinâ, a to je uvjet za čvrsto prianjanje njihovo. Zbog toga upotrebljava se salmijak za spajanje kovina (kod lemljenja i kalajsanja).

Natrijski nitrat ili čilenska salitra, $NaNO_3$ nalazi se kao ruda u peruanskim i bolivijskim pustarama u golemim naslagama. Ledi se u bistre kose kocke nagrka ukusa, koje hlade usta. Žarenjem se tali i ispušta kisik. Na uzduhu se razmoči. Služi za liječenje, za proizvođenje kalijske salitre i dušične kiseline i kao dušično gnojivo.

Kalijski nitrat, kalijska ili obična salitra, KNO_3 nalazi se kao ruda u Indiji, Egiptu i Madžarskoj, no nikada u većim množinama. Proizvodi se iz čilenske salitre. Ledi se u velike isprutane rombijske prizme nagrka ukusa i hladi usta. Gri-

janjem se tali pa ispušta kisik, zato služi u puščanome prahu kao izdašno oksidaciono sredstvo. Barut ili puščani prah jest smjesa od $^3/_4$ salitre, $^1/_8$ sumpora i $^1/_8$ ugljena.

Dušična kiselina, $HNO_3 = 63$.

Pokusi: a) Dušičnu kiselinu proizvodimo grijanjem salitre sa sumpornom kiselinom u retorti, koja je sastavljena s kapalicom.

b) Lakmusova rastopina pocrveni od dušične kiseline.

c) Koža, vuna i svila požutjet će od dušične kiseline.

d) Potegnemo li na kamenu kušaču (liditu ili kremenom škrilju) crtu čistim zlatom, a pored nje zlatnim prstenom, lažnim zlatom, zatim srebrnim i bakrenim novcem, olovom i drugim kovinama, i kapnemo li onda na svaku crtu kapljicom dušične kiseline, to se zlatne crte ne će promijeniti, dok sve ostale iščezavaju, jer se te kovine tope u dušičnoj kiselini. Na taj se način raspoznaje zlato od krivotvorinâ.

e) Listić od staniola prelijemo dušičnom kiselinom. Razvijaju se smeđe crvene pare, a izlučuje se bijeli talog.

Poučci: 1. Dušična je kiselina tekućina bez boje, veoma kisela ukusa, na uzduhu se puši, osobito je odvratna mirisa, vri kod 86° C, a kod toga se djelomice rastvara; isto tako rastvara se i požuti već utjecajem sunčane svjetlosti. Od nje požute organske dušične tvari.

Razvodnjena dušična kiselina zove se lučavka. Ona rastapa srebro i ostale kovine osim zlata i platine. Zbog toga se upotrebljava za izjedanje i rastapanje kovina.

Rastapanjem kovina u dušičnoj kiselini nastaju soli, koje se zovu nitrati. Od nekih kovina tako postaju oksidi.

2. Nitrate (i amonijeve soli) primaju biljke iz tla i tvore s pomoću njih različite organske dušične spojeve (bjelančevine), koje se nakupljaju naročito u sjemenju. Otuda primaju te dušične spojeve životinje, koje s njima izgrade krv, mišiće, kožu i dlaku.

Već za života, a posvema nakon smrti životinja vraćaju se ti dušični spojevi u tlo; raspadom njihovim nastaju opet (amonijevi spojevi i) nitrati.

Bilješka: Čilska salitra i amonijeva sol (sulfat) upotrebljavaju se u gospodarstvu i vinogradarstvu kao dušična umjetna gnojiva, osobito ondje, gdje nema dosta đubreta, (stajskoga gnoja). Prirodni gnoj zamjenjuje se s obzirom na dušik s amonijevom soli i salitrom, a s obzirom na fosfor superfosfatom.

§ 21. Rude. — Mineralogija.

Iskustvo: Mnoge jednostavne i sastavljene tvari nalaze se u prirodi već gotove, na pr sumpor, bakar, zlato, indijska i čilenska salitra i dr., dok se druge tvari moraju proizvoditi umjetnim putem, na pr. natrij, amonijak, dušična kiselina i dr.

Poučci: 1. Rude (minerali) su anorganske krute, rijetko kad tekuće prirodnine, koje su u svojoj nutarnjosti istovrsne. One nijesu postale ni životnim radom organskih stvorova, ni čovječjom voljom. Rastu jedino naslaganjem istovrsnih čestica.

2. Nauka, koja uči poznavanje i razlikovanje ruda po njihovim svojstvima zove se mineralogija.

3. Rude se pojavljuju često u pravilnim likovima, koji su omeđeni prirodnim ravnim plohama po određenim pravilima simetrije. Pojedini takovi pravilni likovi zovu se kristali.

Više kristala čine na zajedničkoj podlozi kristaliničnu nakupinu

4. Komadi ruda, u kojima su pojedini leci nejasno razvijeni, pokazuju zrnatu, vlaknatu ili listićavu strukturu. Ako se kristalinična struktura može prepoznati tek sitnozorom, onda je ruda gusta.

5. Rude, koje se nikada ne pojave u kristalnim oblicima, zovu se amorfne.

Pokusi: a) Gledajmo srebrni polirani lim, izbrušeni alem, prozirni kremen i pločice tinjca.

Svjetlost se odrazuje najsavršenije sa kovinske glatke plohe. 1 diamant još pokazuje oštar odraz svjetlosti, kremen odrazuje svjetlost onako kano staklo, a tinjac onako kano biser.

b) Pisaljku od milovke možemo grepsti uglom sadrena kristala, plohu sadrena kristala opet vapnencem. Kremen para sve te rude, a diamant para i kremen.

c) Udarimo li po kocki kamene soli, raspast će se na manje kocke. Ploče tinjca možemo razlistati do najtanjih listića.

Iskustvo: Znademo, da olovke (od grafita) pišu po papiru, da zlato ostavlja trag na kremenom škrilju (str. 40.), a tak ostavljaju i druge rude trag, ako njima pišemo po hrapavoj porcelanskoj pločici. Na njoj ostane nešto rudnoga praška. Boja toga praška različita je.

Poučci: 1. Način odraza svjetlosti s površine rude zove se sjaj. On je kovan, alemov, staklast, biserni, mastan i t. d.

2. Otpor, kojim se ruda opire paranju (rastavljanju čestica) zove se tvrdoća.

Mineralog Mohs odabrao je 10 ruda različite tvrdoće i svrstao ih u ljestvicu u kojoj slijede po sve većoj tvrdoći. Članovi ljestvice tvrdoće jesu: 1. milovka, 2. slankamen, 3. vapnenac, 4. fluorit, 5. apatit, 6. glinenac, 7. kremen, 8. topaz, 9. korund, 10. dijamant.

3. Neke se rude mogu po određenim smjerovima rastaviti na komade, koji su omeđeni ravnim plohama. Velimo, da se te rude mogu kalati. Rude, koje se ne daju kalati, lome se.

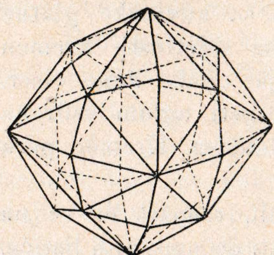
4. Crtom zovemo boju praška neke rude.

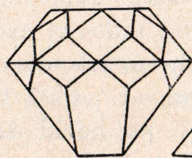
§ 22. Ugljik, $C = 12$.

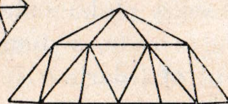
Ugljik (Carbonium[1]) se nalazi u prirodi kao ruda u tri različna oblika ili alotropska stanja, kao alem ili dijamant, kao grafit i kao amorfni ugljik, koji sastavlja fosilni ugljen (i sve druge organske tvari).

α) Dijamant.[2])

Poučci: 1. Dijamant ili alem nalazi se ponajviše u naplavinama, i to ili u obliku osmerca i četrdesetosmerca (demantoedra) (Sl. 31.) ili još češće u obliku zrnaca, koja se mogu kalati po plohama osmerca. Dijamant je ili bez boje i proziran ili je žućkaste do crne boje; na glatkim je plohama


Sl. 31.


Sl. 32.


Sl. 33.

jaka, oštra „alemova“ sjaja. Brušeni dijamanti pokazuju divan sjaj i krasno blistanje u duginim bojama. Dijamante bruse u obliku briljanta (Sl. 32.) ili rozete (Sl. 33.).

[1]) Od latinske riječi carbo = ugljen.

[2]) Od grčke riječi ádamas = nepobjediv.

2. Većim dijamantima pripada „Florentinac ili Toskanac“, boje žutkaste kao vino. Teži 139 karata[1]), a čuva se u bečkoj kraljevskoj riznici. Orlow (u ruskome krunskom žezlu) teži 194 karata, a potječe iz Istočne Indije. Još su znameniti dijamanti Koh i Noor u posjedu engleskom i Pit ili Regent u posjedu francuskom.

Pokus: Dijamantom se reže staklo, on para glinenac, kremen, korund i svaku drugu rudu.

3. Dijamant se odlikuje velikom tvrdoćom; deseti je član u ljestvici tvrdoće. To znači, da se njime mogu sve ostale rude i krutine uopće parati. Dijamant se brusi svojim vlastitim praškom, u koji se on kao krta ruda lako pretvori. Gustoća je dijamanta 3·5.

4. Dijamant se ističe još i stalnošću na uzduhu, u vodi i spram kiselinâ. Žari li se u kisiku, sagorjet će uz jaku sjajnu svjetlost posvema na ugljični dioksid, koji postaje isto tako izgaranjem ugljena. Dijamant je dakle najčišći ugljik.

5. Najstarije dijamantne poljane nalaze se u prednjoj Indiji i na Borneu. Osim toga nađoše dijamanata u Braziliji i Meksiku, zatim na Uralu i u Australiji, a ponajvažnija su nalazišta (poznata od god. 1867.) na Kaplandu.[2])

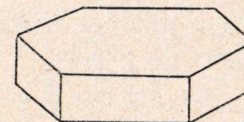
6. Čisti, prozirni, bistri dijamanti broje se u najskupocjenije drago kamenje (juveli). Manjim ili neuglednima reže se staklo, buše se ostali dragulji, a prave njima svrdle za bušenje pećinâ; praškom se brusi drugo drago kamenje.

Pitanje: Stoji li karat (ca $^1/_5$ g) dijamanta K 200, — a raste li cijena s kvadratom težine, pošto će biti dijamant u težini od 2, 3, 4, 5 g?

β) Grafit ili tuga[3]).

Pokus i iskustvo: a) Pogledamo li komad grafita i crtamo njime, to ćemo opaziti boju, sjaj i brišljivost njegovu.

b) Natare li se tuga na željezne peći, pokazat će se također boja, sjaj i stalnost njezina.


Sl. 34.

Poučci: 1. Grafit je obično lisnata sloga, rijetko je kada uleđen u šestobridnim pločicama (Sl. 34.). Boja mu je tamno siva, sjaja je kovinskoga, masna opipa. Tako

[1]) 1 karat = 0·205 g.

[2]) Kimberley (premier dolina, Pretoria), otuda potječe dosada najveći dijamant Culinan (3024 karata).

[3]) gráfo grčki = pišem.

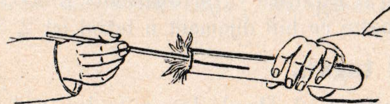
je mekan, da se na papiru otare — piše. Gustine je ca 2. Tuga se sastoji u glavnom od ugljika; izgara tek u najjačoj žari na ugljični dioksid.

2. Veoma čiste tuge lisnata sloga imade u Kanadi i na Cejlonu, a sitno zrnate u Švedskoj i Sibiriji. U Njemačkoj nalaze grafita kod Pasova i upotrebljavaju ga za pravljenje taljika. U Austriji su najznatnija nalazišta u južnoj Češkoj (Mokre, Schwarzbach) i u Moravskoj (Staro mjesto i Jamnica). U Hrvatskoj ima grafita u Psunju.

3. Čista se sitnozrna tuga upotrebljava u galvanoplastici, od nje se grade olovke. Ona se smrvi u prašak, razmulji vodom i pomiješa razmuljenom glinom u tijesto, iz kojega se tištenjem dobivaju šipke, koje sušenjem i paljenjem postaju tvrde, pa se obično ulijepe u drvca. Od lisnate se tuge prave lončići, u kojima se rastaljuju kovine. Pod imenom dijamantine mažu se njome gvozdeni predmeti, da ne bi zar'đali.

γ) **Amorfni ugljik.** Imade ga čista u prirodi kod Šunge u Rusiji, pa ga zovu Šungit. Crne je boje, nešto tvrđi od vapnenca, gustine 1·9.

Pokusi: a) Zapalimo dvije treščice. Jedna neka gori slobodno, a drugu spustimo polagano u široku kušalicu. Na slobodnom uzduhu sagorjet će prva treščica plamenom bez dima na pepeo; u kušalici gori druga treščica doduše dalje, ali se puši, uza to se sakuplja neka gnjeda tekućina (katran) a preostane crna tvar (drveni ugljen, Sl. 35.).



Sl. 35.

b) Žarimo li dobiveni ugljen u novoj kušalici bez dovoljna pristupa uzduha, ne će se promijeniti, dok na uzduhu sagori do pepela.

c) Žarimo li kost bez dovoljna pristupa zraka u kušalici, izlazit će plinovi, sakupljat će se gnjeda tekućina, a preostat će ugljen (spodij).

d) Pomiješamo li crno vino ili otopinu lakmusa s praškom od spodija, pa zagrijemo tu smjesu do vrelišta, to prolazi, ako je procijedimo, bistra tekućina bez boje.

e) Drveni ugljen užarimo, a nakon ohlađivanja mućkamo s njim mirisnu kolonjsku vodu. Procijedimo li tekućinu, opazit ćemo, da je voda izgubila miris.

f) Dijamant para staklo, tuga ostavlja na papiru tamno sivi trag, a ugljen ostavlja crnu ili smeđu crtu.

Poučci: 1. Drvo i druge tako zvane organske tvari sadrže ugljika, a uz to vodika i kisika (dušika i sumpora). Žarimo li te tvari bez pristupa uzduha, izlučit će se veća množina njihova ugljika u obliku ugljena, dok od ostaloga ugljika i drugih elemenata nastaju različni novi plinoviti i tekući spojevi.

2. Drveni ugljen prave pougljivanjem drva t. j. žarenjem drva u kupovima bez dovoljnoga pristupa zraka. Spodij se dobiva pod istim uvjetima iz kostiju. Tiskarsko crnilo, tuš i crne ličilačke boje sastoje se u glavnom od amorfnoga ugljika.

Svaki je amorfni ugljik porozan, poimence drveni ugljen i spodij, zato usrče nesamo plinove, nego privlači iz tekućinâ boju, soli i druge otopljene tvari. Spodij se zato upotrebljava u rafinerijama spirita.

Iskustvo i pokusi: Pogledajmo komad treseta i komad lignita, zatim kameni ugljen i antracit. U tresetu ćemo biljsko podrijetlo lako dokazati, lignit je često još vlaknasta sloga poput drva, a u mrkom i kamenom ugljenu vidimo otiske bijevnih čestī. Žarimo li te vrste ugljena redom, to će se treset zapaliti i sagorjeti najlakše, a antracit najteže, zato će treset ostavljati najviše, antracit pak najmanje pepela.

Poučci: Različne vrste ugljevlja u prirodi sadrže također amorfnoga ugljika, koji je u njima postao prirodnim pougljivanjem biljaka. Prema stupnju pougljivanja biljske tvari razlikujemo:

1. **Antracit**[1]) (od 85—96% C) ili ugljac. Crne je boje i crna crta, kovna sjaja. Izgara teško, gotovo bez vidljiva plamena, ali razvija jaku žaru. Najviše ga ima u Sjevernoj Americi (Pensilvanija), Kini, onda u Češkoj (Buđejovice), Šleskoj i Tirolu.

2. **Kameni (crni) ugljen** (od 75 do 85% C).

Pokus i iskustvo: Grebemo li nožem kameni ugljen, to on ostavlja crn prašak. Pišemo li njime po porcelanskoj pločici,

[1]) Ánthrax, grčki = ugljen.

ostavit će crn crt. Kuhamo li nešto kamenog ugljena u kušalici s lužinom, to ona ne posmeđi. Ugrijemo li kameni ugljen sam za sebe u kušalici, ispušta dim, od kojega lakmus pomodri.

Kameni ugljen tvori u prirodi goleme slojeve. Kada izgori, ostavlja manje nego 10% pepela. Da je ta vrsta postala od biljaka, dokazuju okamenjeni otisci lišća od velikih paprati i preslica u glini i škriljevima, koji se sa naslagama ugljena izmjenito vrstaju. Najveće naslage nalaze se u Americi i Kini. U Evropi imade ga najviše u Engleskoj, u našoj monarhiji ima ga u Češkoj (u kotlini Plzenj, Kladno, Slan, Rakonica, Zacler i Svatonović), u Moravskoj (Ostrava), Šleskoj i Ugarskoj (Pečuh).

3. **Mrki ugljen** (od 44 do 75% *C*).

Pokus: Mrki ugljen daje gnjed crt, ako njime pišemo na porcelanskoj pločici.

Poučci: 1. Mrki se ugljen razlikuje od crnoga ugljena po crtu, a često i po boji. Zapali se i gori lakše nego li crni ugljen, ali razvija više čađe. Izgaranjem ostavlja više od 10% pepela.

Biljevno se podrijetlo na njemu jasnije opaža negoli na kamenom ugljenu, osobito je odlika lignit još slična drvu, iz kojega je postala. Mrki je ugljen postao poglavito pougljivanjem crnogoričina drva. To dokazuje i jantar, koji često prati slojeve mrkoga ugljena.

2. Ležišta mrkoga ugljena ima u Hrvatskoj (kod Ivanca, Konjščine, Krapine, Radoboja, Lepoglave, Trojstva, Cernika, Kutjeva i Vrdnika), u Bosni (kod Tuzle i Zenice); u Češkoj (Aussig, Duks, Teplice, Most i Uhel), u Moravskoj (Blansko, Trebovlje), u Štajerskoj (Ljuben, Trifail, Köflach).

4. **Treset** je laka spužvasta tvar, koja se sastoji od obumrlih česti močvarnih biljaka, osobito mahova tresetara, koji su se tek počeli pougljivati. Nalazimo ga u močvarnim nizinama. Gori lako, ali ostavlja veoma mnogo pepela. Tresetišta ima u okolici Ljubljane, u Češkoj kod Třebona i Sobeslava. Treset upotrebljavaju za gorivo i stelju, kao gnojivo i dr.

§ 23. Spojevi ugljika i gorenje.

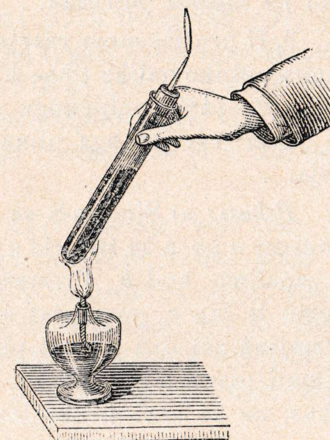
Rasvjetni plin i suha destilacija.

Pokus: Žarimo li u kušalici (Sl. 36.) drvene pilovine, to ona pocrni i ispušta plinove, koji se mogu zapaliti i gore

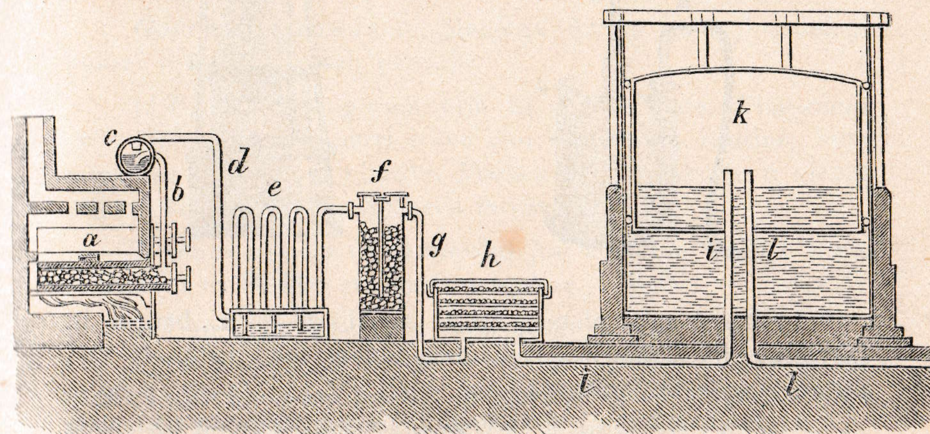
svijetlim plamenom. U kušalici ostaje drveni ugljen i nešto katrana.

Poučci: 1. Žarimo li drvo ili druge organske tvari bez pristupa zraka, to se one rastvore, davaju plinove i tekućine, a zaostaje ugljen. Takav postupak zovemo suhom destilacijom.

2. Rasvjetni se plin priređuje naveliko u plinarnicama suhom destilacijom kamenoga ugljena u valjkastim retortama (*a*) ovalna prereza. Iz ugljena se žarenjem razvijaju plinovi i pare, a u retortama zaostaju koksi. Vrući plinovi i pare prolaze kroz cijevi (*b*) u predlošku (*c*), (Sl. 37.), iz nje u cijevi (*e*), u kojima se plinovi hlade. Na tome će se putu zgusnuti katran i amonijačna voda. Preostali pli-



Sl. 36.



Sl. 37.

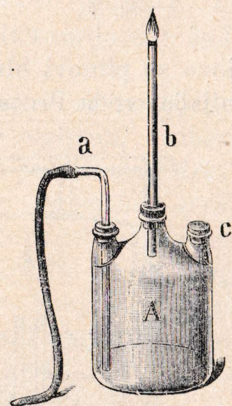
novi polaze u praonik (*f*) u kojem zaostane poglavito amonijak i amonijevi spojevi, a zatim u čistilo (*h*). To je škrinja, u kojoj je na rešetkama razastrta smjesa, koja plinu otimlje

ugljični dioksid i sumporovodik. Oprani i očišćeni se plin sakuplja u plinospremi (*k*), a otuda polazi kroz cijev (*l*) prema potrebi na mjesta potroška.

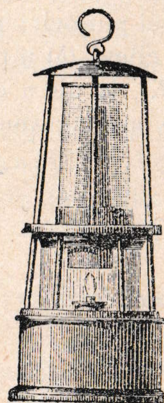
3. U pročišćenom rasvjetnom plinu ima: vodika (40—50%), lakoga ugljikovodika (30—45%), teških ugljikovodika (5—10%), zatim (8—14%) ugljičnoga oksida i dr.

1 m^3 rasvjetnoga plina razvija izgaranjem oko 5000 kalorija.

Pokusi: a) Sjećajući se praskave smjese vodika i uzduha, uvodimo u bocu sa tri grla s pomoću cijevi *a* rasvjetni plin, pa ga zapalimo kod *b*. Prestanemo li s dovođenjem plina i dignemo li čep *c*, pomiješat će se rasvjetni plin s uzduhom; tu će smjesu zapaliti gorući plin i prouzročiti prasak. Zatvorimo li donji otvor cijevi finom kovinskom mrežicom i ponovimo pokus, ne će nastati eksplozija (Sl. 38.).



Sl. 38.


Sl. 39.

b) Ispod usko pletene mreže zapalimo spirit, benzin ili rasvjetni plin. Plamen se na mreži ohladi tako jako, da nad pletivom više ne može gorjeti.

c) Iz plamenika puštamo plin, pa ga zapalimo nad mrežom. Sada će plin s istoga razloga gorjeti samo nad mrežom, a ne pod njom.

Na tom svojstvu kovinskih pletiva osniva se Davýjeva svjetiljka (Sl. 39.). Plamen te svjetiljke opkoljen je duplom kovinskom mrežicom, na kojoj se unutar mrežice zapaljeni praskavi uzduh toliko ohladi, da praskavu smjesu izvan mrežice upaliti ne može.

Laki ugljikovodik, močvarni plin ili metan CH_4 jest plin bez boje, gotovo 2 puta lakši od zraka. Gori modrikastim, slabo svijetlim plamenom: $CH_4 + 2\ O_2 = CO_2 + 2\ H_2O$. Razvija se u močvarama zbog rastvorbe biljnih tvari, a imade ga u rudnicima ugljena. Sa uzduhom pomiješan (1 : 10) tvori praskavi uzduh.

Teški ugljikovodik ili etilen C_2H_4 postaje kod suhe destilacije organskih tvari. To je plin bez boje, nešto lakši od zraka. Gori svijetlim plamenom, jer se raspada na ugljik (čađu) i metan: $C_2H_4 = C + CH_4$. Izlučena se čađa užari, pa je razlog svjetlosti plamena. Zato je etilen važna sastavina rasvjetnoga plinâ i plamena umjetnih svjetlila (t j. tvarî, koje nam služe za rasvjetu).

Acetilen, C_2H_2 tvori se spajanjem ugljika s vodikom. Obično se proizvodi polijevajući kalcijski karbid s vodom. To je plin, koji gori veoma svijetlim plamenom, pa ga poradi toga mnogo upotrebljavaju za rasvjetu. Kalcijski se karbid proizvodi iz ugljena i vapna u električnim pećima.

Gorenje: Iskustvo svagdanjega života pa i dosadašnji pokusi dovode do ovih poučaka:

1. Plamen je gorući plin ili goruća para. Plamenom gore svi zapaljeni plinovi i sve one tekućine i krutine, koje mogu razvijati gorive plinove. Plamen svijetli, ako je u njemu usijana krutina (čađa, Auerova mreža).

2. Gorenje (u užem smislu) jest spajanje kojega tijela s kisikom uz pojavu svjetlosti i topline.

3. Uvjeti, uz koje se gorenje počinje, jesu:

a) da je nazočna dovoljna množina gorive tvari; b) da uzduh imade slobodan pristup do goriva; c) da se goriva tvar ugrije do izvjesne temperature, t. j. da se zapali i d) da se ta temperatura zapaljenja uzdrži dotle, dok gorenje traje.

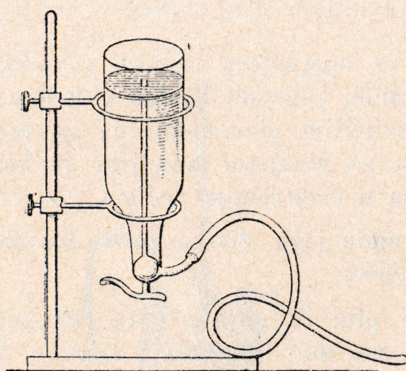
Tjelesa izgaramo obično zato, da se poslužimo toplinom ili svijetlosti, dakle za grijanje ili rasvjetu.

Ugljični dioksid, $CO_2 = 44$.

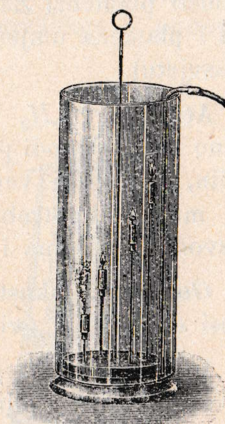
Pokusi: a) Spalimo li treščicu u valjku nad vodom vapnenicom[1] ili lakmusovom rastopinom, pomutit će se vapnenica, a lakmus će pocrvenjeti, čim sadržaj valjka promiješamo.

b) U staklenoj cijevi, koja je u sredini ispupčena u kuglu, žarimo nešto drvena ugljena i dovodimo kisika. Ugljen se zasija, iz cijevi će izlaziti plin, koji bistru vapnenu vodu zamuti i boju rastopine lakmusa preokreće u crvenu.

c) Iz sifona (boce sa soda-vodom) ispustimo $^1/_3$ sadržaja, onda ga okrenemo dnom prema gore, nataknemo na ispust kaučukastu cijev i otvorimo pipac sifona (Sl. 40.). Iz njega struji plin, u kojem se ugase redom odozdo svjećice, koje



Sl. 40.



Sl. 41

gore (Sl. 41.), od kojega će modra rastopina lakmusa pocrvenjeti, a bistra će se vapnena voda zamutiti. Uvodimo li taj plin u stakleni valjak, koji je na osjetljivoj tezulji u ravnoteži, spustit će se zdjelica s valjkom, jer je nadošli plin teži od uzduha.

d) U boci za razvijanje plinova prelijemo komadiće mramora solnom kiselinom. Razvijat će se sä šûmom plin, s kojim možemo sve gornje pokuse ponoviti.

[1]) Gasimo li živo vapno vodom, dobit ćemo kašu — gašeno vapno. S mnogo vode dobivamo vapneno mlijeko. Procjeđivanjem dobit ćemo bistru tekućinu, u kojoj je otopljeno nešto vapna.

Poučci: 1. Ugljični dioksid postaje, ako ugljik ili koja organska tvar potpuno izgara (t. j. uz dovoljnu množinu kisika ili uzduha): $C + O_2 = CO_2$. U prirodi imade ugljičnoga dioksida u uzduhu, a nakupio se na pr. u pasjoj špilji kraj Napulja i Domaševu[1]) (u Moravskoj). Ugljični je dioksid plin bez boje, nakisela ukusa, teži od uzduha, ima gustinu 1·5. Plameni se u njemu ugase, a ljudi i životinje zaguše. Topla voda upija ugljični dioksid slabo, studena ga rastapa (apsorbira). Rastopinu tu ($H_2O + CO_2$) zovu u običnom životu „soda-vodom“. Držimo, da ona sadrži ugljičnu kiselinu, H_2CO_3, od koje na pr. lakmus pocrveni. Te kiseline imade u prirodnim i umjetnim kiselicama (soda-voda, jamnička, apatovačka, rogatačka kiselica), u pivu, vinu, šampanjcu i u svakom pjenušavu piću. Stoje li takova pića otvoreno i na toplim mjestima, ispuštaju ugljičnu kiselinu, pa time gube od svježine.

2. Soli ugljične kiseline zovu se karbonati. Prirodne vode sadrže uvijek ugljične kiseline i s pomoću nje pretvaraju neke netopive karbonate u topive bikarbonate. Tako nalazimo u tvrdim vodama rastopljen kalcijski bikarbonat (vapnenac), a u čeličnim vodama željezni bikarbonat (ocijevac). Kuhamo li tvrdu vodu, raspast će se kalcijski bikarbonat na karbonat (vapnenac) i ugljičnu kiselinu, zbog toga će se voda zamutiti. U parnim se kotlovima na taj način tvori kotlovac, koji je povodom eksplozijâ. U toplim vrelima (Karlove vari) izlučuje se tako vrelovac i grašenjak.

Pitanja: 1. Zašto je opasno stupiti u podrume ili spustiti se u stare bunare, u kojima se svijeće, koje gore, gase?

2. Zašto gube voda i pivo svježi ukus, ako dulje stoje otvoreno na toplu mjestu?

Ugljični oksid, CO.

Iskustvo: U peći, koja je puna usijana ugljena, vidi se iznad žeravke modrikasti plamen. Slično možemo zapaziti na kovačkom ognjištu modrikasti plamen ugljičnoga oksida, koji gori.

Poučci: 1. Ugljični oksid postaje redukcijom ugljičnoga dioksida s pomoću usijanoga ugljena. $CO_2 + C = 2CO$. To je

[1]) Gdje ga u dvjema tvornicama pritiskom zgušćuju i pretvaraju u tekući CO_2.

*

plin bez boje, bez ukusa i mirisa; nešto je lakši od uzduha. Izgara modrikastim plamenom na ugljični dioksid $CO + O = CO_2$. Vrlo je otrovan. Udišemo li malo toga plina, prouzrokuje glavobolju, dok u većoj količini izaziva nesvjesticu i smrt.

2. Kod loženja ugljenom tvori se uvijek uz CO_2 i CO, a taj ulazi u prostor, koji se grije, ako se zatvori dimovod ili kada se upotrebljava otvorena vatra (koks košare). Zbog toga se dogode često otrovanja s tim plinom. Otrovanje s rasvjetnim plinom ima se svesti na ugljični oksid u njemu.

Obavijest: Spojevi ugljika zovu se još i organski spojevi. Njih ima velika množina, zato će se o ostalim spojevima ugljika posebno raspravljati, i to pod naslovom organski spojevi. Spojevi ostalih elemenata zovu se anorganski spojevi.

Vježbe: 1. Ponovite zakon o mnogostručnim omjerima s obzirom na spojeve ugljika.

2. Koji se nama dosada poznati oksidi s vodom spoje u kiseline, osnove, a koji su nam indiferentni oksidi poznati?

§ 24. Halogeni elementi i njihovi spojevi.

$F = 19$, $Cl = 35{\cdot}45$, $Br = 79{\cdot}96$, $J = 126{\cdot}85$.

Halogeni se elementi u prirodi nalaze samo u spojevima. Ruda po imenu kuhinjska ili kamena sô spoj je kovine natrija s klorom, a mineral talac ili fluorit spoj je kovine kalcija s fluorom.

Slankamen, kamena ili kuhinjska sô natrijski je klorid, $NaCl$.

Pokusi: a) Veći komad kamene soli dade se lako na sitnije kocke cijepati (na pr. od 1 cm^3 brida).

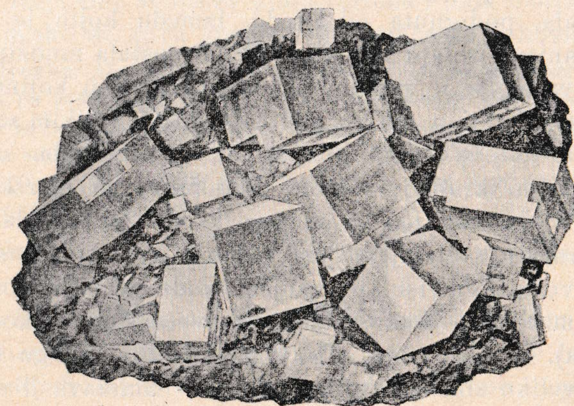
b) Ledac soli možemo grepsti (parati) vapnencem, ali ga ne možemo parati sadrom. Sol će pokazati uvijek bijel crt, ako je i obojena.

c) Važemo li 1 cm^3 soli, vidimo, da teži oko 2 g.

d) U cijevi s kuglicom grijemo komadić natrija i uvodimo klor. Natrij će žutim plamenom sagorjeti na bijeli prašak $NaCl$ (§ 10.).

e) Unesemo li zrno soli na platinenoj žici u plamen (spiritni ili plinski), to se so raspukne uz prasak, bojadiše plamen žuto, tali se, a napokon se i raspline.

Poučci: 1. Kamena se so ledi u kockama. Obično je na zajedničkoj podlozi priraslo po više ledaca (Sl. 42.). Te skupine zovemo kukancima (ili kristalinične nakupine). Ne mogu li se u omeđenom prostoru leci razvijati, to postaju zrnca i vlakanca, koja sastavljaju čitave naslage soli. So se kala savršeno u smjeru plohâ kocke, sjaja je staklasta. Leci su ili bezbojni ili prozirni kao staklo, ili su od primjesâ bojadisani, ali je crt u svakom slučaju bijel U vodi se sô lako topi, ima vrlo slan ukus. Tvrdoća = 2, gustoća oko 2, to jest ona je dva puta teža od istoga obujma vode.



Sl. 42.

2. So bojadiše plamen žuto. Budući, da jedino natrij i njegovi spojevi to svojstvo posjeduju, to je kamena so spoj sa kovinom natrij.

3. Iz § 3. znamo, da smjesa od soli i suroga kamena razvija sa sumpornom kiselinom klor. I zaista možemo spajanjem natrija s klorom umjetno proizvesti so ili natrijski klorid (sinteza).

4. So se nalazi u prirodi u golemim naslagama. Veoma čista i bistra so lomi se u Wieliczkoj i Bohniji u Galiciji, kod Stassfurta u Pruskoj i dr.; promiješana je s glinom i drugim primjesinama na različitim mjestima u Salzburškoj (Hallein), u Gornjoj Austriji (Hallstadt i Ischl), u Štajerskoj (Aussee), u Tirolu (Hall), zatim u Ugarskoj (Slatina, Ronaszék), u Sedmogradskoj (Torda, Maros-Ujvár). U sušnim krajevima, na pr

u istočnoj Indiji pojavljuje se so na površini zemaljskoj. Slanih izvora imade u Hrvatskoj kod Stubičkih Toplica (Slani izvor 1·56%), kod Varaždinskih Toplica (potok Slanje), kod Slankamena (0·56%), Bruvna, Klasnića i Cetine. U Bosni su na glasu slani izvori kod Donje Tuzle. Osim toga imade soli i u morskoj vodi (poprečno 2·5%).

5. Sjetimo li se pokusa u § 2. o rastapanju soli, to ćemo lako razumjeti, kako se dobiva sô na mjestima, gdje je ona pomiješana s glinom. U slanoj se glini kopaju jame, u njih se napušta voda i baci lomljena sô. Sô će se rastopiti u vodi, glinene se primjesine taložе. Bistra se kapljevina vodi na t. zv. kapala, podignuta od gredâ, između kojih je šiblje i trnje. Kapanjem ishlapi mnogo vode. Preostala množina vode smanji se varenjem u velikim plitkim tavama, u kojima će se sô napokon izlediti u obliku sitnih zrnaca. U velikim solanama Donje Tuzle dobiva se sô isparivanjem slanih vrela.

U toplijim krajevima vade morsku sô iz morske vode. Morska se voda razdijeli na mnoga veoma plitka slaništa, u kojima tekućina ishlapljivanjem postaje sve slanija, dok napokon posvemašnjim ishlapljivanjem vode ne preostane sama sô. Na dalmatinskoj obali nalazi se najveće slanište kod Stona (Dubrovnik). Slaništâ ima osim toga na otoku Pagu i Rabu; u Istri je veliko slanište kod Pirana. — Smrzava li se slana voda, izledit će se iz nje čista voda, a ispod leda nalazi se gotovo zasićena otopina soli. Tim se postupkom dobiva sô u sjevernim krajevima.

6. Sô je za čovjeka potrebna kao začin jela. Odrasli čovjek treba na godinu 6 kg soli. Biljožderi trebaju također mnogo soli. S pomoću soli čuvaju se ribe i meso. Sô služi za dobivanje sapuna, sode, stakla, solne kiseline i klora.

Pitanja. 1. U koji lečani sustav spada kocka? — 2. Koliko lečanih sustava imade?

Klorni vodik, HCl = 36·45. Solna kiselina.

Pokusi: U kušalici prelijemo kuhinjsku sô gustom sumpornom kiselinom. Uza šum se razvija plin, koji na uzduhu tvori bijele magle, a vlažni lakmusov papir od njega pocrveni.

Poučci: 1. Klorni vodik je plin bez boje, pronicava oštra vonja, kisela ukusa. (Pokus se može izvesti s razblaženom kiselinom.) Voda ga željno upija, a nastala se otopina zove solna kiselina. Upotrebljavamo je za pripremu kloridâ i klora.

Miješamo li solnu kiselinu s dušičnom kiselinom, dobit ćemo zlatotopku. Ta smjesa razvija klor, stoga ona topi zlato i platinu tvoreći od njih kloride.

Vježba. Pokažite jednadžbama, kako kloridi postaju adicijom, a kako supstitucijom.

Klor = Cl, **brom** = Br, **jod** = J, i **fluor** = F.

Ponavljanje: 1. Kojim smo pokusima pokazali spajanje klora, broma i joda (§ 10.) s drugim elementima?

2. Koja smo svojstva klora, broma i joda ondje upoznali?

3. Kako se zovu spojevi tih elemenata s kovinama?

Bilješka. Ako solnu kiselinu rastvorimo električnom strujom, raspast će se ona na vodik i klor (§ 13.). Isto se tako dobiva klor utjecajem galvanske struje na rastaljenu kuhinjsku sô. Naveliko proizvodi se klor grijanjem solne kiseline sa surim kamenom ili iz smjese klorovodika sa uzduhom (kod 400°). $2\ HCl + O = Cl_2 + H_2O$. Često se razvijeni klor vodi na gašeno vapno, s kojim tvori klorno vapno.

Pokusi: a) Na klorno vapno kapa solna kiselina, — razvija se klor.

b) Klor uvodimo u vodu. Voda apsorbira klor; dobivena se rastopina zove klorna voda, ona pokazuje boju i miris klora, izbijeli lakmusom obojen papir, šareno cvijeće i bojadisane tkanine.

c) Postavimo li kušalicu ili valjak pun klorne vode preokrenuto u posudu s gustom rastopinom kuhinjske soli, i izvrgnemo li sada klornu vodu dulje vremena direktnomu utjecaju sunčanih zraka, to se razvija nešto plina, o kojemu se (treščicom, koja tinja) možemo uvjeriti, da je kisik. Rastopina sada reagira kiselo.

d) Rastopinu kalijskoga bromida i rastopinu kalijskoga jodida pomiješamo s klornom vodom. Klorna voda izlučuje iz rastopine bromida brom, a jod iz rastopine jodida.

e) Brom je gusta crvenosmeđa kapljevina. U vodi se nešto broma topi. Bromna voda obojadiše škrobni lepak živo narančasto.

f) Zagrijemo li listić joda u kušalici ili tikvici, to se on pretvori u ljubičaste pare, koje na hladnija mjesta sublimiraju. Sublimat se topi u spiritu. Dobivena se rastopina zove jodna

tinktura. Kapnemo li nešto te tinkture u razvodnjeni škrobni lepak, obojit će se tekućina modro.

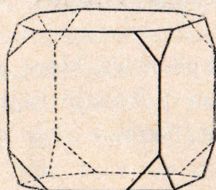
Poučci: 1. Klor je žućkasto zelen plin, teži od uzduha, koji djeluje veoma žestoko na disalo. Od njega izbijele bojadisane tvari. On izlučuje iz bromida brom, iz jodida jod, a iz vode kisik. Jer kisik oslobađa, zato je klor indirektno sredstvo za oksidaciju. $Cl_2 + H_2O = 2\ HCl + O$.

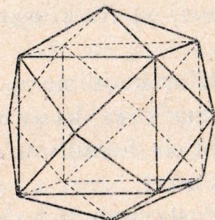
2. Slično kao i kisik imaju i drugi elementi u trenutku, kada se iz spoja oslobađaju (status nascendi), raspoloživ sav afinitet, a poradi toga onda djeluju i najživlje i proizvode nagle kemijske promjene.

3. Kloru, bromu i jodu pridružuje se još i fluor. To je plin, koji od svih halogenih elemenata proizvodi najžešće kemijske učinke.

Talac ili **fluorit**, jest kalcijski fluorid: CaF_2.

Pokusi: a) Ako paramo i kalamo fluorit, opazit ćemo, da ima bijeli crt i da se cijepa po plohama osmerca.


Sl. 43.


Sl. 44.

b) Grijemo li zeleni fluorit u kušalici, to on svjetluca (fosforescira) u tamnom prostoru ljubičastom svjetlosti.

Poučak: Fluorit se ledi u kockama, koje se kalaju savršeno po osmercu tako, da kocku kalanjem možemo pretvoriti u osmerac ili u kombinaciju kocke s osmercem (Sl. 43.).

Osim toga javlja se fluorit u obliku, koji je omeđen od 24 jednaka pravokutna istokračna trokuta, a zove se fluoritoedar ili piramidski dvadesetočetverac (Sl. 44.).

Talac je najčešće žute, zelene, ljubičaste ili modre boje. Sjaja je staklena, crta bijela. Neki su engleski leci u odsjevnoj svjetlosti modre, a u prolaznoj zelene boje. To svojstvo zovemo fluorescencijom. Fluorit je 4. član u ljestvici tvrdoće i tri puta teži od istoga obujma vode.

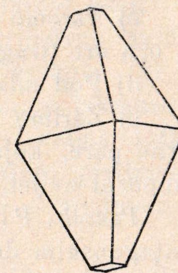
Imade ga u Češkoj (Zinnwald, Strakonic), u Saskoj, na Harzu i u Engleskoj. Služi za pripremu emalja, za proizvođenje fluorovodične kiseline i kao sredstvo, koje pospješuje taljenje ruda.

Fluorni vodik, *HF.* Grijanjem smrvljenoga kalcijskoga fluorida sa sumpornom kiselinom (u olovnim posudama) razvija se fluorovodik *HF.* To je plin veoma zagušljiva, bockava mirisa, koji voda željno apsorbira. Rastopina se zove fluorovodična kiselina i služi za izjedanje stakla.

§ 25. Sumpor i njegovi spojevi.

$S = 32.$

Obavijest: Samorodni (rudni) sumpor nalazi se u prirodi uleđen u piramidskim oblicima rombijskoga sustava (piramide s otupljenim vršcima), no češće ga ima u vlaknastim i zrnatim nakupinama (Sl. 45.). Boja uleđenoga sumpora jest svijetlo žuta, na prelomini je masna sjaja. Primjese ga bojadišu sivo ili smeđe (Radoboj). Tvrdoća i gustoća sumpora jednaka je tvrdoći i gustoći kamene soli; pri paranju odskakuju čestice, zato velimo, da je sumpor krhak (pokus). — Prirodni se sumpor nalazi ili u naslagama naše zemlje, ili pak sublimira iz parâ, koje izlaze iz kratera nekih vulkana. Najbogatije naslage sumpora nalaze se u Siciliji, zatim u Španiji i Americi. Poznate su sumporne naslage kod Radoboja i kod Srba. U Češkoj imade sumpora u Marijanskim Laznima, u Galiciji blizu Krakova, u Ugarskoj blizu Kalinke.


Sl. 45.

Pokusi: a) Grijemo li sumpor u kušalici, to se on tali, posmeđi, postaje gust, a najposlije uzavri i pretvara se u pare, koje na hladnija mjesta sjednu kao sublimat — sumporni cvijet.

b) Izlijemo li rastaljeni sumpor u vodu, ostat će mekan i plastičan; u njemu možemo lako otisnuti kovani novac ili koji drugi predmet.

Dobivanje sumpora: Samorodni sumpor vadi se taljenjem iz kamenja, u kojemu je uprskan i smiješan. Dobiveni sirovi sumpor čisti se ponovno destilacijom iz kotlova ili retortâ u

velike zidane komore, u kojima se pare njegove zgusnu s početka u sitan žut prah — sumporni cvijet, a kasnije kad se stijene komore ugriju preko 100° C, u kapljeviti sumpor, koji se lijeva u šipkaste kalupe.

Sumpor se vadi još iz željezne pakovine ili pirita FeS_2 iz kojega se dobiva $^1/_3$ sumpora, koji je u piritu sa željezom spojen. $3\,FeS_2 = S_2 + Fe_3S_4$.

Poučci: 1. Sumpor je krutina žute boje, koja se ledi u rombijskim i monoklinskim oblicima. Tvrdoću ima 2, a i gustoću 2. U vodi se ne topi, ali se topi lako u CS_2. Iz te se rastopine ledi sumpor u rombijskim lecima. Ugrijan, tali se kod 114° C, a kod 450° C kipi. Na zraku sagori na sumporni dioksid.

2. Sumpor trebaju za tvorbu baruta i za vatromete, njim praše vinovu lozu, da je obrane od zaraze (oidij); miješaju ga s kaučukom (vulkanizirani kaučuk — ebonit).

Željezna pakovina ili pirit[1]) jest željezni sulfid: FeS_2.

Pokusi: a) Promatrajući pirit vidimo, da je po boji i sjaju sličan žutoj mjedi, a u svježim komadima i zlatu.

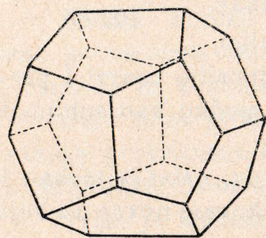
b) Tvrdoća mu je (6·5) između one glinenca i kremena, na čeliku daje iskre, a uza to zaudara po sumporu.

c) Taremo li pirit o hrapavu porculansku pločicu, ostavlja on crn crt (trag) bez sjaja.

d) Pod udarom kladivca raspada se u crn prašak.

e) Žarimo li prašak pirita u kušalici, ispuštat će sumporne pare, koje se hvataju u gornjem dijelu kušalice kao sumporni cvijet. Ostatak je magnetičan.

Poučak: Pirit se ledi teseralno, najčešće u kockama ili pentagonskim dodekaedrima (piritoedri). Pentagonski dodekaedar omeđen je sa 12 peterokuta, kojima su 4 stranice jednake a peta dulja ili kraća. Ispoređujemo li ovaj oblik s kockom, to nalazimo uvijek po dvije pentagonske plohe iznad jedne plohe kocke (Sl. 46.). Inače se pirit javlja u kuglastim, bubrežastim ili kompaktnim masama (nakupinama).



Sl. 46.

On je žute boje i kovna sjaja, a poradi toga je nalik na zlato. Tvrdoća mu se približava često

[1]) Grčki pyrites = kresivac, jer čelikom kresan daje iskre kao i kresivac.

onoj kremena. Crta je crna, gustoće = 5, krhak je. Pripada među najčešće i najviše raširene rudače.

Lijepi leci pirita nalaze se kod Bakovića u Bosni, kod Brušana i Metka, pa kod Lučana kraj Sinja u Hrvatskoj. Kod Bakovića dolazi pirit u naslagama, koje su preko 2 *m* debele; u 1000 *kg* toga pirita ima 8—15 *g* zlata. Velikih množina gromadasta pirita ima u Karpatima. Uprskana pirita u brusilovcima i zelenim škriljevcima imade u Zagrebačkoj i Fruškoj gori, a u Češkoj kod Plznja. Pirit je često uprskan u ugljenu. Na vlažnom se zraku troši uz razvijanje topline (oksidira) pa tako može prouzročiti t. zv. samozapaljenje ugljena. Iz njega vade sumpor, prave zelenu galicu i sumpornu kiselinu.

Markazit je isto tako kao i pirit željezni bisulfid FeS_2, ali se ledi u rombijskim kopljastim i češljastim oblicima. Boje je sivkasto žute, gnjedo zelena crta. Na uzduhu se veoma lako oksidira — troši i raspada. U Hrvatskoj imade markazita kod Pazarišta i Mrzle Vodice.

Sumporni dioksid, SO_2.

Iskustvo i pokusi: a) Iz svagdanjega života poznajemo bockav i zagušljiv miris, koji se javlja, kad sumpor gori.

b) U stakleni valjak nalijemo nešto razrijeđene modre otopine lakmusa, a onda unesemo zapaljeni sumpor (Sl. 6. str. 9.). On će sagorjeti modrikastim plamenom, a lakmusova otopina u valjku pocrveni. Uvjesimo li sada u valjak kiticu cvijeća (ljubice, ruže) ili koji drugi vlažni šareni predmet i zaklopimo li valjak, to će se boje brzo gubiti — predmeti će pobijeljeti.

c) U krugljastoj cijevi žarimo zrnca pirita i dovodimo zraka. Iz cijevi izlazi SO_2.

Poučak: Sumporni dioksid postaje izgaranjem sumpora i prženjem sulfida. $S + O_2 = SO_2$. To je plin bez boje, zagušljiva mirisa, nakisela ukusa, gasi plamen i guši životinje. Vodom se tvori ($SO_2 + H_2O = H_2SO_3$) sumporasta kiselina, koja već s kisikom iz uzduha prelazi polagano u sumpornu kiselinu. $H_2SO_3 + O = H_2SO_4$.

Sumpornim dioksidom bijeli se slama, svila, vuna i spužve, vade se mrlje od voća, gasi se oganj u dimnjacima i zatvorenim prostorijama. Njim se sumpore prazne bačve, kon-

zervira vino, hmelj a i meso. Sumporni dioksid djeluje štetno na biljke. Zgusnuti sumporni dioksid trebaju za umjetnu tvorbu leda.

Vježba. Isporedite SO_2 sa, CO_2

Sumporna kiselina, H_2SO_4.

Pokusi: a) Vodimo SO_2 i O kroz cijev, u kojoj se slabo žari spužvasta platina (ili platinirani azbest). Nastali sumporni trioksid vodimo u vodu.

b) U ca. 100 cm^3 vode kapnemo 10—12 kapi sumporne kiseline. Smjesa ima okus kao ocat, a lakmus će u njoj pocrvenjeti.

c) U gustu sumpornu kiselinu zamočimo treščicu ili šećer. Drvo i šećer pougljene, jer im sumporna kiselina uzima vodika i kisika.

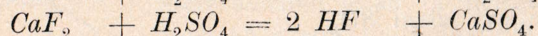
d) Vodi oprezno dodajemo sumporne kiseline (kap po kap) i miješamo štapićem; smjesa će se znatno ugrijati.[1])

e) Tutiju ili željezo prelijemo razvodnjenom sumpornom kiselinom. Razvijat će se vodik, a iz otopine dobivamo kristalizacijom bijelu ili zelenu galicu (tutijin ili željezni sulfat).

Poučak: Sumporna kiselina H_2SO_4 jest uljasta tekućina bez boje, gustoće 1·8, vri i destilira pri 338° C; iz vlažnog zraka i drugih vlažnih plinova privlači željno vodene pare, zato služi za sušenje plinova i drugih tvari.

Sumporna kiselina izlučuje sve ostale kiseline iz njihovih spojeva (soli): zbog toga upotrebljava u velikoj mjeri:


$$2\ NaNO_3 + H_2SO_4 = 2\ HNO_3 + Na_2SO_4,$$

$$2\ NaCl + H_2SO_4 = 2\ HCl + Na_2SO_4,$$

$$CaF_2 + H_2SO_4 = 2\ HF + CaSO_4.$$

Soli sumporne kiseline zovu se sulfati (na pr. sadra, Glauberova sô, bijela, zelena i modra galica).

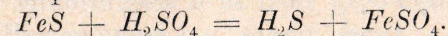
Obavijest: Mnogo se sumporne kiseline pravi u olovnim komorama, u koje se puštaju SO_2, H_2O i pare dušične kiseline.

Vježba: Čitajte gornje jednadžbe.

Sumporni vodik, H_2S. *Iskustvo i pokusi:* a) Iz svagdanjega života mnogi poznaje duhu gnjilih jaja po sumporovodiku.

[1]) Ali nikako obratno, da ne dođe do eksplozije!

b) U boci za razvijanje plinova prelijemo željezni sulfid razblaženom sumpornom kiselinom:

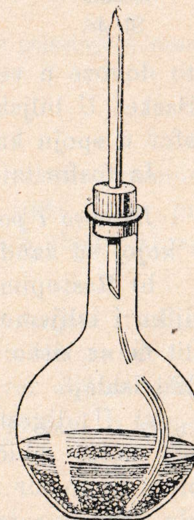

$$FeS + H_2SO_4 = H_2S + FeSO_4.$$

Razvija se sumporovodik, koji se može zapaliti (Sl. 47.). U vodi se topi.

c) Utaknemo li u sumporovodičnu vodu lakmusom obojeni papir, pocrvenjet će; srebrni novac i olovno bjelilo požute i potamne (pocrne). Toga radi potamne i slikarije, u kojima ima olovnoga bjelila.

Poučci: 1. H_2S je plin bez boje, teži od uzduha, vrlo je neugodna mirisa po gnjilim jajima. U vodi se rastapa, rastopina se zove sumporovodična voda. Veoma je otrovan, u većoj količini udisan upravo je smrtonosan. On postaje, gdje gnjile organske tvari, u kojima imade sumpora na pr. životinjski otpaci. U prirodi ga ima u nekim vrelima (sumporna vrela, kao Baden, Varaždinske, Smrdeće (Tuheljske) toplice), a izlazi iz kraterâ vulkana zajedno sa SO_2 i drugim plinovima.

2. Bjelančevine sadrže sumpora. Biljke i životinje prema tome trebaju i takvih hranila, koja sadrže sumpora. Biljke primaju S iz tla i to najviše sadru ($CaSO_4$). S biljskom hranom prelazi sumpor u životinjsko tijelo.


Sl. 47.

Vježba: Koji plinovi postaju još gnjiljenjem?

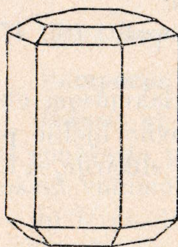
Ugljični sulfid, CS_2 proizvodi se tako, da se vode sumporne pare preko zažarenoga ugljena. Pare, koje prelaze, hladimo. Tim dobivamo bistru kapljevinu pronicava neugodna mirisa, koja naglo hlapi. Pare su otrovne. U sumpornom ugljiku rastapa se lako jod, fosfor, kaučuk, masti i druge tvari.

§ 26. Fosfor i njegovi spojevi.

$P = 31.$

Fosfor se u prirodi nalazi uvijek spojen i to kao sô fosforne kiseline na pr. u rudi apatitu (fosforitu), u biljnim sjemenkama, u kostima i dr. Poznajemo obični i crveni fosfor.

Apatit je u glavnom vapnena sô fosforne kiseline ili kalcijski fosfat, $Ca_3(PO_4)_2$. Ledi se u šestobridnim prizmama ili tvori zrnate, a i guste gomoljaste nakupine (Sl. 48.). Veoma je često uprskan u obliku mikroskopskih iglica u različitome kamenju, a trošenjem takova kamenja prelazi kalcijski fosfat u oraću zemlju.


Sl. 48.

Boje je žućkaste, često zelenkaste, sjaja staklena. Peti je član u ljestvici tvrdoće. Kuglaste i gomoljaste vrste zovu se fosforiti. Iz njih se priređuju fosfatna gnojiva, pa ih zato dovoze u velikim množinama iz Afrike, Austrije, Ruske i Saske. U biljskom sjemenu i u kostima nalazi se također fosfor u spoju kao kalcijski fosfat.

Iz fosforita odvoji se u električnoj peći fosfor.

Iskustvo i pokusi: a) Iz života poznajemo duhu fosfornu, po kojoj su zaudarale sumporne žigice.

b) Rastopimo li zrnce običnoga fosfora u sumpornom ugljiku i izlijemo li rastopinu u digestoriju na bugačicu, zapalit će se sitno razdijeljeni fosfor sam od sebe, čim ugljični sulfid ishlapi.

c) U digestoriju (kem. ognjištu) grijemo na željeznoj ploči nešto običnoga a uz njega nešto crvenoga fosfora. Obični se fosfor naglo zapali, crveni tek iza nekog vremena. Obje vrste sagore bijelim, veoma sjajnim plamenom, koji se dimi, na fosforni pentoksid: $P_2 + O_5 = P_2O_5$.

Poučak: Fosfor se javlja u različitim stanjima. Najvažnija su:

Obični fosfor

dolazi u žutkasto bijelim šipkama, mekan je kao vosak, rastapa se u sumpornom ugljiku; hlapi već na uzduhu (dimi se), a pri tom se pretvori u bijel dim, fosforni trioksid P_2O_3 i svijetli[1]) u mraku modrikastom svjetlošću. Ujedno rasprostire osobit, češnjaku sličan miris. Veoma je žestok otrov. Proizvodi se iz kosti.

Crveni fosfor

je smeđe crveni prašak; — ne topi se u sumpornom ugljiku, ne spaja se lako s kisikom; ne zapali se lako na uzduhu; ne hlapi; ne oksidira se na uzduhu i ne svjetluca u mraku; ne zaudara po češnjaku, i nije otrovan. Dobivaju ga grijanjem običnoga fosfora na 240°—250° C bez pristupa uzduha.

[1]) Grčki: fôs = svjetlost, fóros = nosilac.

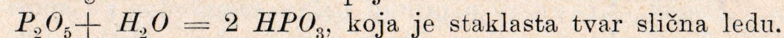
Obični se fosfor metao poradi lake zapaljivosti u glavice običnih žigica, koje se trenjem o kakvugod hrapavu plohu zapale. Takove su žigice otrovne pa stoga i zabranjene. — Glavice švedskih žigica sadrže kalijskog klorata (olovnog superoksida, kalijskog bikromata) i antimonsulfida, pa se zapale trenjem najlakše na plohi, koja je oblijepljena praškom od stakla i crvenoga fosfora.

Pitanje: Kako se zove sposobnost fosfora, da se pojavljuje u raznim stanjima?

Fosforni pentoksid, P_2O_5.

Pokus: Zapaljeni fosfor pokrijemo staklenim zvonom. Dignemo li zvono, kada je fosfor izgorio, naći ćemo pod zvonom bijele pahuljice, koje se brzo razmoče, a vlažni lakmus preokreću na crveno.

Poučak: Fosforni pentoksid postaje izgaranjem fosfora. Sa vlagom iz uzduha se spoji u kiselinu metafosfornu:


$P_2O_5 + H_2O = 2\ HPO_3$, koja je staklasta tvar slična ledu.

Na vlažnom se uzduhu ona razmoči i prelazi u veoma kiselu tekućinu u kojoj je:

Ortofosforna kiselina, $H_3PO_4 = 98$.

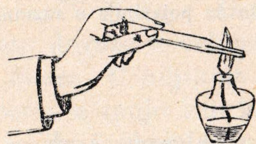
$P_2O_5 + 3\ H_2O = 2\ H_3PO_4$. Ona se obično proizvodi iz koštanoga pepela s pomoću sumporne kiseline. Ako u njoj nema nimalo vode, ledi se u rombijskim oblicima; inače se vidi u obliku sirupa, koji je kisela ukusa. Fosforna je kiselina trobazična kiselina, jer u molekulu ima tri atoma vodika, koji se mogu zamijeniti s kovinskim atomima. Poradi toga tvori ona tri vrste soli: normalne fosfate, hidrofosfate i dihidrofosfate. Natrijski su fosfati na pr. Na_3PO_4, Na_2HPO_4 i NaH_2PO_4. Kalcijske fosfate izvodimo od 2 molekula fosforne kiseline zamjenjujući vodik s dvovalentnom kovinom kalcijem: $2\ H_3PO_4 = H_6P_2O_8$, $Ca_3P_2O_8 = Ca_3(PO_4)_2$ $Ca_2H_2P_2O_8 = Ca_2(HPO_4)_2$, $CaH_4P_2O_8 = Ca(H_2PO_4)_2$. Prvi (normalni) fosfat nalazi se u apatitu, nije topiv u vodi, druga

dva (kiseli fosfati) tope se u vodi, pa su temelj fosfatnih gnojiva (superfosfati).[1] Fosfati su veoma važne sastavine biljske hrane.

§ 27. Arsen i njegovi spojevi.

$As = 75$.

Pokusi: a) U staklenoj cjevčici, koja je na jednom kraju rastanjena i zataljena, grijemo zrnce arsena. Arsen se ne tali, ali se neposredno pretvori u pare, koje se hvataju na hladnijim mjestima i tvore crno smeđe sjajne mrlje — arseno zrcalo (Sl. 49).



Sl. 49.

b) Odbijemo (otpilimo) li zataljeni vršak cijevi i žarimo tada arsenovo zrcalo (uz pristup zraka), pretvorit će se u bijeli arsenik ili arsentrioksid.



$$As_2 + O_3 = As_2O_3.$$

c) Odlomak arsena stavimo na usijani ugljen (žeravicu). Osjetit ćemo naskoro duhu po češnjaku, a opazit ćemo u isti mah bijeli dim od As_2O_3.

d) Arsen se udarcima lako smrvi — on je krt.

Poučak: Arsen se u prirodi nalazi samorodan i u spojevima. Samorodnoga arsena imade u Štajerskoj i Češkoj (Přibram, Jáchymove). To je krt elemenat kovna lica, boje svijetlosive, tvrdoće 3·5, gustoće 5·8; ne tali se, nego se grijanjem bez dovoljna pristupa zraka pretvori već pri 180° C u pare, koje se uhvate kao kristalaste kore — arsenovo zrcalo — na hladnijim mjestima. Služi za trovanje muhâ. S olovom se slije u sačmeninu.

Arsenopirit ili arsena pakovina, $Fe\,As\,S$.

Pokus: Žarimo li zrnce arsenopirita na ugljenu, osjetit ćemo duhu po češnjaku, jer se rastvara: $FeAsS = FeS + As$.

Poučak: Arsena pakovina bijele je boje kao srebro ili siva kao čelik, kovinskoga sjaja, crna crta. Iz nje se vadi sublimacijom arsen. Nalazi se često u Saskoj, u Krušnoj i Kutnoj gori u Češkoj.

Realgar, As_2S_2, crveni arsenik, i **auripigmenat,** As_2S_3, žuti arsenik, nalaze se u prirodi jedan uz drugoga na pr. u

[1]) Kod nas su blizu Koprivnice, Rijeke i Subotice tvornice superfosfata.

Zagrebačkoj gori iznad Bistre, u Bosni, Ugarskoj, Sedmogradskoj. Umjetno priređeni sulfidi upotrebljavaju se kao slikarske boje.

Arseni trioksid, ili bijeli arsenik, As_2O_3.

Pokusi: 1. U cjevčicu, koja je rastegnuta i na užem kraju zataljena, metnemo nešto bijeloga arsenika, a zatim tako, da se arsena ne dotiče, klinast komad drvenoga ugljena i užarimo ponajprije ugljen, a odmah zatim arsenik. Pare njegove prolaze kroz usijani ugljen, izgube utjecajem ugljika kisik, pa se nešto dalje gore u cijevi uhvati oblijep od arsena (zrcalo):

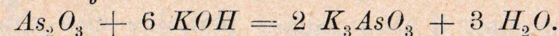


$$As_2O_3 + 3\ C = As_2 + 3\ CO.$$

2. U lužini rastopimo prah od arsentrioksida. Nastaje soli slična tvar (arsenit).

Poučci: 1. Arseni trioksid, bijeli arsenik ili otrovno brašno dobiva se uvelike kao nuzgredni proizvod kod prženja arsenopirita i kobaltnih i nikaljnih rudača, u kojima imade arsena. Prodaje se ili kao brašno ili u komadima. U vodi se teško topi; ukusa je metalna i ponešto ljuta. Vrlo je jak otrov, jer već 0·3 *g* usmrte čovjeka U malim količinama služi kao lijek.

2. Arseni trioksid topi se u vodi teško, rastopina reagira slabo kiselo, u njoj je rastopljena arsenična kiselina. $As_2O_3 + 3\ H_2O = 2\ H_3AsO_3$. Rastapanjem bijelog arsenika u lužinama dobivaju se soli: arseniti.



$$As_2O_3 + 6\ KOH = 2\ K_3AsO_3 + 3\ H_2O.$$

Arsenovodik, AsH_3

Pokus: U bočici za razvijanje plinova proizvodimo vodik (iz $Zn + H_2SO_4$). Plin sušimo i vodimo kroz cijev od teško taljiva stakla, koja je nekoliko puta rastanjena i na kraju savijena prema gore. Vodik što izlazi na šiljku, zapalimo. Sada kapnemo u spravu nešto rastopljena bijeloga arsenika. Plamen se promijeni, postaje blijedomodrikast, dimi se i zaudara po češnjaku. Žarimo li pak cijev na užem mjestu, sjest će iza toga mjesta arsenovo zrcalo. Taj aparat složio je Marsh za dokazivanje arsena kod slučaja otrovanja.

Poučak: Arsenovodik postaje, ako nascentni vodik djeluje na As_2O_3: $As_2O_3 + 6\ H_2 = 2\ AsH_3 + 3\ H_2O$. To je vrlo

otrovan plin, bez boje, koji se u žari raspada na arsen (zrcalo) i vodik. Sagori blijedo modrikastim plamenom na As_2O_3 i H_2O.

§ 28. **Bor i njegovi spojevi.**

$B = 11$.

Bor se nalazi u prirodi samo u spojevima, poglavito u bornoj kiselini i boraču (koji je natrijski borat).

Borna kiselina, H_3BO_3.

Pokusi: 1. Ljuščice borne kiseline topimo u vrućoj vodi, rastopina reagira kiselo (lakmus).

2. Na stijenje spiritne svjetiljke stavimo nekoliko listića borne kiseline i zapalimo spirit. Boja je plamena zelena.

Poučak: Borna kiselina izbija s vodenim parama iz pukotinâ zemlje, na pr. u Toskani, gdje je zgušćivanjem tih para dobivaju. Ona se ledi u sjajne listiće bez boje, biserna sjaja. Već male količine borne kiseline priječe vrenje i gnjilobu. (Sredstvo za konzerviranje, antiseptikum.)

Borač, $Na_2B_4O_7 + 10\ H_2O$.

To su leci bez boje, u vodi se tope, žarenjem ispuštaju lečanu vodu, nadimlju se i pretvaraju u paljeni borač.

Pokusi: 1. U kušalici prelijemo borač alkoholom, dodajemo nešto guste sumporne kiseline i grijemo. Zapalimo li na rubu kušalice alkoholne pare, pojavit će se zelen plamen.

2. Umočimo li uško usijane platinine žice u prašak od borača, pa unesemo na žici prilijepljeni borač u plamen, koji pojačamo duhanjem sa duhaljkom, to će se borač rastaliti, a nakon ohlađivanja nalazi se u ušku žice čista biserka bez boje. Tu biserku možemo kobaltoksidom u žari bojadisati modro, kromoksidom smaragdno zeleno, manganskim oksidom poput ametista ljubičasto i t. d.

Poučci: 1. Borač je natrijska sô borne kiseline ili natrijski borat. To su leci bez boje, u vodi se tope, žarenjem ispuštaju lečanu vodu, nadimlju se i pretvaraju u paljeni (žeženi) borač. U jačoj žari tali se borač.

2. U boraču tope se u žari kovinski oksidi, tvoreći često obojene borate. Poradi toga svojstva upotrebljava se borač u kemiji, keramici i metalurgiji. I borač služi za konzerviranje i kano kozmetično sredstvo.

§ 29. **Kremik i njegovi spojevi.**

$Si = 28{\cdot}4$.

Kremik se nalazi u prirodi samo u spojevima i to u kremenu i silikatima (solima kremične kiseline).

Kremen je silicijski dioksid, SiO_2.

Pokusi: a) Grebemo li oštrim bridom ili uglom kremena kamenu sô, talac ili apatit, to na njihovim plohama ostaju brazde ili grebotine.

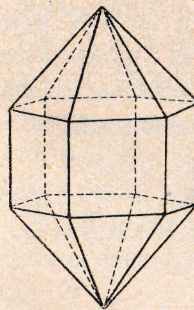
b) Krešemo li kremenom o čelik, vrcnut će iskre, koje potječu od odlomljenih čestica gorućega željeza.

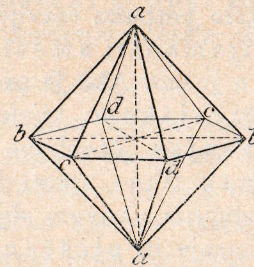
c) Smjesu od kremenog praška i praha kovine magnezij žarimo: $SiO_2 + 2\ Mg = Si + 2\ MgO$. Prelijemo li nakon ohlađenja smjesu sa solnom kiselinom, pretvorit će se MgO u $MgCl_2$ a zaostat će smeđi prašak od kremika.

d) Kremeni prašak polijemo u platinskoj zdjelici fluorovodičnom kiselinom. Kremen se rastapa i tvori hlapljivi kremični fluorid. Nakon isparivanja ne zaostaje u zdjelici ništa.

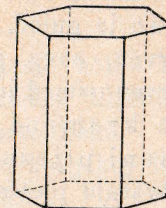
e) Prašak od kremena i sode pomiješamo i žarimo u lončiću od platine. Soda se tali i šumi, jer se kremen u njoj rastapa izlučujući CO_2. Ohlađivanjem dobivamo staklastu tvar, koja se u vrućoj vodi topi — topivo staklo ili natrijski silikat.

Poučci: 1. Kremen se ledi u šestostranim prizmama, koje se završuju šestostranom piramidom (Sl. 50.). Heksagonska pi-


Sl. 50.

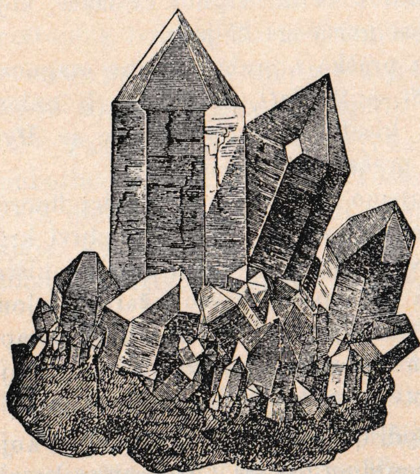


Sl. 51.


Sl. 52.

ramida ima 12 jednakih istokračnih trokuta. Osnova joj je pravilan šesterokut, u kojemu su dijagonale ujedno suosi b, c, d. Glavna os aa stoji na osnovi okomito, po njezinoj su duljini piramide tupe ili šiljaste (Sl. 51.). Skrati li se glavna os do

ništice, ostaje sama osnovna ploha, produži li se u neizmjerno, postat će heksagonska prizma (Sl. 52.). Na lecima su kremena plohe prizme često vodoravno isprutane. Leci su ili maleni kao staklasta zrnca ili znatne veličine, često su srasli u kukance Kremen je ili bez boje i proziran kao staklo ili je različito obojen, ali je uvijek bijela crta. Sedmi je član ljestvice tvrdoće, gustina mu je 2·65. Pred puhaljkom se ne tali; sodom rastaljen daje topivo staklo.



Sl. 53.

2. Sa magnezijom žaren, daje kremen magnezijski oksid i kremik. $SiO_2 + 2\ Mg = Si + 2\ MgO$. Prema tome je kremen oksid kremika.

3. Kremen je vrlo raširena i obična ruda. On tvori ili sam za sebe stijene i cijele naslage, ili je sastavni dio mnogoga kamenja (granita, rulje i t. d.). U šupljinama i pukotinama kamenja sjede često krasni leci njegovih mnogobrojnih odlika. Odlike uleđenoga kremena jesu: P r o z i r a c, ako je bez boje, bistar (Sl. 53.). Naokolo potpuno razvijeni leci iz Ugarske zovu se m a r m a r o š k i d i j a m a n t i; a m e t i s t je ljubičast; č a d a v a c je gnjed, c i t r i n je žut. Ako je prosti kremen ružičasto-crven, zovu ga r u ž i č n j a k o m; bijele je boje m l i j e č n j a k, crveno-smeđ je ž e l j e z n j a k. Zaobljene kremene valutice zovu se k r e m e n i š l j u n a k. Sitno zrnati kremen sastavlja k r e m e n i p i j e s a k. Različitim vezivom slijepljena kremena zrnca stvaraju pješčano kamenje ili p j e š č e n j a k e.

Guste vrste kremena jesu: D r e s v a, sive do smeđe boje, njome je obično drvlje okamenjeno. Njoj je sličan k r e s i v a c, siv, smeđ, crn, prelomine s oštrim bridovima. Gomoljasti i kuglasti komadi kresivca uloženi su u kredi. K r e m e n i š k r i l j, taman je, neproziran i često šareno isprutan, crna njegova odlika jest

kamen kušač ili lidit[1]). J a s p i s je neproziran, crven, žut, smeđ kremen. K a l c e d o n je prozračan, često bjelkast ili modrikast, crvena njegova vrsta zove se k a r n e o l, kao jabuka zelen jest h r i z o p r a s, složen od crnih (smeđih) i bijelih slojeva jest o n i k s; bijel je i crven s a r d o n i k s; tamno zelen s uprskanim crvenim jaspisom jest h e l i o t r o p. A h a t se javlja u kuglama ili gomoljima, koji su sastavljeni od tankih koncentričnih slojeva različno bojadisanih vrsta kalcedona, jaspisa i dr. U središnjoj šupljini izledili su se obično prozirci i ametisti.

4. Lijepo bojadisane ili pisane odlike kremena služe kao uresno kamenje, od prozirca prave se fini utezi i kemijske posude, prosti kremen služi za dogotovljenje stakla i ocaklinâ, dok kremeni pijesak treba u građevnom obrtu.

P i t a n j e: Zašto smo do sada upotrebljavali odlike kremena?

Opal je amorfni kremični dioksid s vodom, on je manje tvrdine (5·5—6·5) i gustine (1·9—2·3) od kremena.

D r a g i j e o p a l prozračan, bjelkast i prelijeva se bojama duge. To svojstvo zovemo o p a l i z i r a n j e m. Radi lijepa prelijevanja bojâ na glasu je ugarski opal. Najstariji rudnici ugarskoga opala nalaze se kod Crvenice, gdje je uprskan u kamenu trahitu. Najveći komad dragoga ugarskoga opala (ca 600 *g* težak) nalazi se u mineraloškoj zbirci bečkih dvorskih muzeja. V a t r e n i o p a l prelijeva se crvenkastom i zelenom svjetlošću i dolazi od Zimapana u Mehiku. M l i j e č n i je o p a l prozračan i bijel kao mlijeko, v o š t a n i je o p a l žut kao vosak, p o l u o p a l je neugledan i okamenjuje često drveće (drveni opal).

Kremična kiselina, H_4SiO_4.

Pokusi: a) U rastopinu topiva stakla ulijemo sône ili sumporne kiseline; izlučit će se djelomice kremična kiselina kao drčinast talog, a djelomice će ona ostati rastopljena.

b) Izlučena kremična kiselina rastapa se u kalijskoj lužini. U rastopini imademo sada opet topiva stakla.

Žarimo li osušeni talog kremične kiseline, izgubit će on vodu posve i prelaziti u kremični dioksid SiO_2.

Poučci: 1. Kremična kiselina $H_4Si_4O_4$ jest č e t v e r o b a z i č n a kiselina. Gubitkom vode prelazi ona u kremični dioksid:

[1]) Na njemu kušaju zlatnu robu.

$H_4SiO_4 - 2\ H_2O = SiO_2$. Kremični se dioksid zato i zove anhidrid kremične kiseline.

2. Soli kremične kiseline zovu se silikati. Oni se u vodi tope (kalijski i natrijski silikat) ili su u vodi netopivi (obično staklo, glinenac i tinjac i t. d.).

Kada se prirodni silikati utjecajem ugljične kiseline s vremenom rastroše, izlučuje se iz njih jedan dio njihove kremične kiseline. Nju rastapaju osobito tople vode, pa je onda nalazimo na pr. u toplim vrelima (gajziri) u Islandu ili Sjev. Americi (Yellewstone park). Naokolo tih izvora slegnu se taložine: Kremične cjedine. I živa organska bića primaju iz vode i zemlje kremičnu kiselinu; tako je ima u vlatovima travâ, u preslicama, pa i u oklopu nekih spužva i drugih nižih životinjskih i biljnih organizma (zemlja kremenjača).

Vježba: Isporedite dosada poznate elemente s obzirom na njihovu srodnost.

Osvrt.

Dosada smo se upoznali s ovim kiselinama: HNO_3, H_2CO_3, HCl, HF, H_2SO_4, H_3PO_4, H_3BO_3 *i* H_4SiO_4. Vidimo, da u svim tim kiselinama imade vodika, pa da se taj vodik može (posvema ili djelomice) zamijeniti kovinskim elementima.

Zato ćemo reći: 1. Kiseline su oni spojevi vodika, u kojima se ili sav vodik ili jedan dio njegov može nadomjestiti kovinama, a time postaju soli (§ 25. str. 57. i § 27. str. 64.).

2. Prema broju zamjenljivih vodikovih atoma razlikujemo jedno-, dvo- i višebazične kiseline (§ 25. str. 57. i § 27. str. 64.).

3. Prelijevanjem kovina s kiselinama nastaju soli (§ 8. str. 16. i § 24. str. 52.) a uzato se razvija vodik (§ 12. str. 21.).

IV. Najvažnije kovine, njihovi spojevi i njihove rudače.

1. U kovine ubrajamo preko 50 elemenata.

Kovine jesu: a) neprovidne (listići zlata ipak propuštaju zelenu, listići srebra modru svjetlost); b) kod obične su temperature krute (osim žive); c) osobita su — kovinskoga — sjaja; d) dobri su vodiči topline i munjine; e) gotovo svi njihovi spojevi s kisikom bazična su karaktera; f) boje su obično bijele ili sive, bakar je crvene, a zlato žute boje.

2. Prema tomu, kako se kovine vladaju na uzduhu, dijele se na drage i proste kovine. Proste se kovine spajaju lako i neposredno s kisikom (one rđaju), dok je afinitet dragih kovina prema kisiku malen, pa se one stoga na uzduhu ne mijenjaju (ne rđaju).

3. Kovine, kojima je težina 1 cm^3 viša od 5 g, zovu se teške, dok je kod lakih kovina težina 1 cm^3 ispod 5 g.

Najvažnije su lake kovine: kalij, natrij, kalcij, barij, magnezij, berilij i aluminij.

Teške su kovine: tutija, željezo, nikalj, kobalt, krom, mangan, kositer; olovo, mjed (bakar), živa, srebro, zlato i platina.

A. Lake kovine, njihovi spojevi i rudače.

§ 29. Kalij, natrij i njihovi spojevi.

$K = 39{\cdot}15$, $Na = 23{\cdot}05$.

Kalija i natrija imade u prirodi samo u spojevima.

Pokusi: a) Kalij i natrij daju se rezati kao vosak, a kod toga izgube brzo svoj lijepi sjaj.

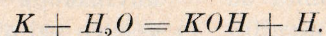
b) Ponovimo s kalijem i natrijem pokuse, koji su opisani u § 11.

Poučak: Kalij i natrij su kovine bijele boje, koje se na prerezu sjaje poput srebra, u crvenoj se žari rasplinu, na

vodi plivaju, na uzduhu se brzo oksidiraju, imaju velik afinitet naprama kisiku, koji otimlju i vodi, a iz nje se kod toga razvija vodik.

Kalij[1] $= K$,

ima gustoću pp. 0·8, njegove pare bojadišu plamen ljubičasto. Vodu brzo rastvara, vodik, što se razvije, zapali se, a kalij prelazi u kalijski hidroksid:



$$K + H_2O = KOH + H.$$

Natrij[2] $= Na$,

ima gustoću pp. 0·9, njegove pare bojadišu plamen žuto. I on rastvara vodu brzo, ali se vodik, što se razvije, ne zapali. Natrij prelazi time u natrijski hidroksid:

$$Na + H_2O = NaOH + H.$$

Kalijski hidroksid ili ijetki kalij, KOH.

On postaje djelovanjem kalija na vodu, uvelike se proizvodi iz pepeljike (K_2CO_3) s pomoću gašenoga vapna $Ca(OH)_2$. To je bijela veoma ijetka tvar lužnata ukusa, koja kožu izjeda i kojom se ispaljuju rane. Zato se zove ijetki ili lužni kamen (lapis causticus). U vodi se lako rastopi uz pojave topline. Vodena se rastopina zove kalijska lužina ili kalijski lug.

Natrijski hidroksid ili ijetki natron, $NaOH$.

Pravi se iz sode (Na_2CO_3), kuhanjem s vapnom. I on postaje rastvaranjem vode s pomoću natrija. Po učincima je sličan kalijskome hidroksidu, a jer je jeftiniji, upotrebljava se češće nego ijetki kalij. Vodena rastopina natrijskoga hidroksida zove se natrijska lužina ili natrijski lug. Upotrebljava se kao i kalijska lužina za proizvođenje sapuna i za pranje.

Vježba: Isporedujte ijetki kalij i ijetki natron s ijetkim amonijakom.

Kalijski klorid, KCl ledi se u kockama. Nalazi se u golemoj množini u Stassfurtu i Kaluszu, čist kao Sylvin. Služi za proizvođenje kalija i svih ostalih kalijevih spojeva, i za pripremu umjetnih gnojiva.

Natrijski klorid, $NaCl$ tvori u prirodi kamenu sô, koja se rastopljena nalazi u slanim vrelima i u morskoj vodi. Kao kuhinjska sô ona je najpotrebitiji začin naše hrane. Izlazište je za fabrikaciju svih spojeva natrija.

[1] Kalium od arapske riječi: Kaljun = pepeo.
[2] Natrium od latinskoga natrum = soda.

Vježba: Ponovite, što Vam je poznato o dobivanju, svojstvima i nalazištima kamene soli.

Kalijski karbonat, pepeljika ili potaša, K_2CO_3.

Pokusi: a) Nešto biljnoga (drvenoga) pepela izlužujemo vodom. Procijeđena rastopina obraća lakmus na modro. Dodajemo li kap kiseline, izvija se šumom ugljični dioksid (CO_2).

b) Pepeljika bojadiše plamen ljubičasto.

Poučak: Kalijski je karbonat glavni sastavni dio pepela kopnenih biljaka, kao što je soda opet glavna sastojina pepela morskoga i primorskog rašća. Potaša se pokazuje ili u mrvastim grudama ili kao bijeli prašak, koji se na uzduhu vrlo lako raskvasi. Rastopina je gotovo jednako ijetka kao kalijska lužina. Upotrebljava se za proizvođenje kalijske lužine i salitre, za fabrikaciju stakla, za tvorenje sapuna i za pranje.

Natrijski karbonat ili soda, Na_2CO_3.

Pokusi: a) Ustanovimo ukus sode i njezino djelovanje na lakmus.

b) U kušalici grijemo ledac sode.

c) Prelijemo li sodu u kušalici solnom kiselinom, ispustit će ona šumom ugljičnu kiselinu.

d) Plamen bojadiše soda žuto.

Poučak: Kristalizirana ili ulеđena soda, $Na_2CO_3 + 10\ H_2O$ ledi se u prozirnim monoklinskim pločama, koje na površini brzo postaju mutne, a napokon se raspadaju na bijeli prah. Rastroše se, jer izgube polovicu kristalne vode. Kod 100° C izgubi kristalna soda brzo svu ledanu vodu i prelazi u kalciniranu sodu. Soda ima lužnat ukus i djeluje jako bazično. Plamen bojadiše žuto, a utjecajem kiselinâ ispušta šumom ugljičnu kiselinu.

Prije se soda dobivala spaljivanjem biljaka slanjačâ (Barilla, Salicor, Kelp, Varec). Uvelike se soda proizvodi iz kuhinjske soli.

Soda se upotrebljava za pranje, u sapunarstvu, staklarstvu, u ljekarništvu i t. d.

Vježbe: 1. Izračunajte, koliko je % vode u kristalnoj sodi ($Na_2CO_3 + 10\ H_2O$) i recite, zašto je kalcinirana soda skuplja od ulеđene.
2. Ponovite, što ste kod dušika saznali o kalijskoj i natrijskoj salitri.

§ 30. Kalcij, magnezij i barij i njihovi spojevi.

$Ca = 40{\cdot}1$, $Mg = 24{\cdot}36$, $Ba = 137{\cdot}4$.

Pokusi: 1. Ponovivši pokus zapalimo vrpcu od magnezije. Ona gori sjajnim plamenom: $Mg + O = MgO$.

2. Strugotine kalcija polijemo vodom. Razvija se vodik.

Kalcij[1] = *Ca*.

Vapno je, kako znamo, oksid jedne kovine, koja se zove kalcij. To je elemenat bijele boje, gustoće 1·83, na uzduhu se brzo oksidira, a vodu rastvara kod obične temperature. Izgara narančastim plamenom na kalcijski oksid, *CaO*.

Magnezij[2] = *Mg*

je bijela pruživa kovina, gustoće 1·7, gori intenzivnim, bijelim plamenom, koji oko ne može podnositi. Njim se služe za rasvjetljivanje spiljâ, za vatromete i mnoge kemijske pokuse.

Barij je sličan kalciju i magneziju i tvori s njima skupinu zemnoalkalnih kovina.

Kalcijski oksid, *CaO* i **kalcijski hidroksid,** $Ca(OH)_2$.

Pokusi i iskustvo: a) Žarimo li na ugljenu s duhaljkom odmjereni tanki odlomak krede, opazit ćemo, da je postalo vapno lakše od uzete krede. Stavimo li ga na lakmus papir, pomodrit će.

b) Iz života se sjećamo gašenja vapna, pa poškropimo u zdjelici nešto paljenoga vapna vodom. Vapno će vodu naglo upijati, nadimat će se i prelazi napokon u gašeno vapno, koje je lužnata ukusa i crvenu lakmusovu boju obraća na modro.

To paljenje i gašenje vapna, kako smo ga pokusima predočili, izvršuje se i naveliko. Živo se vapno *(CaO)* dobiva žarenjem vapnenca ($CaCO_3$) u pećima vapnenkama. U žari raspada se vapnenac na živo vapno i ugljični dioksid:



$$CaCO_3 = CaO + CO_2.$$

Živo se vapno pretvori u gašeno vapno t. j. kalcijski oksid spaja se s vodom u kalcijski hidroksid: $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$. Smjesa se kod toga ugrije katkada i preko 150° C. Ta se radnja zove gašenje vapna. Razdijelimo li gašeno vapno u malo vode, dobit ćemo masnu vapnenu kašu — zidarsko gašeno vapno, koje služi za proizvođenje morta; dolijemo li toj kaši više vode, dobit ćemo vapneno mlijeko, koje služi za bijeljenje zidova. Stoji li vapneno mlijeko neko vrijeme, pojavit će se iznad bijeloga taloga bistra tekućina, u kojoj je nešto kalcijskoga hidroksida (1 : 800) rastopljeno. Tu bistru vapnenu vodu (vapnenicu) upotrebljavaju za liječenje, u industriji i za upoznavanje slobodne ugljične kiseline.

[1] Calx = vapno.

[2] Po mjestu magnezija.

Mort ili žbuka smjesa je od gašena vapna, pijeska i vode. U gradnjama osuši se mort, jer voda ishlapi, zatim otvrdne i spaja kao vezivo crepove, jer kalcijski hidroksid iz uzduha privlači ugljični dioksid i time prelazi u kalcijski karbonat.

§ 31. Koji se spojevi kalcija i barija nalaze u prirodi?

Kalcijski sulfat, $CaSO_4$ sâm nalazi se u rudi anhidrit, koja se ledi u rombijskom sustavu, a kalcijski sulfat s alečanom vodom $CaSO_4 + 2\,H_2O$ zove se sadra i ledi se monoklinski.



Sl. 54.

Pokusi: a) Sadru možemo lako parati i kalati.

b) U kušalici grijemo prozirni ledac sadre. Izlazit će voda, sadra postane neprozirna i raspada se napokon na prah — žeženu sadru.

c) Načinimo žeženu sadru s vodom u kašu, pa izlijemo na mastan novac, koji je omotan papirnim prstenom. Kaša se brzo sčvrsne, a skinemo li novac, opazit ćemo na površini sadre vjeran otisak.

Poučci: 1. **Sadra** (gips) se ledi u složajima (kombinacijama) monoklinskoga sustava, koji se odlikuju veoma savršenom kalavosti. Pojedini leci imaju oblik koso zašiljenih ploča (Sl. 54.). Često se ploče srastu tako, da nastaju blizanci

u obliku rašlja (lastin rep). Nakupine su ili kukanci ili su vlaknasta ili zrnasta sastava, često su i guste. Oveće ploče bistre sadre zovu se gospino staklo, a zrnasta se bijela sadra zove ubjel ili alabaster. Obična je prosta sadra različno bojadisana i sitnozrna ili gusta. Sadra ima jednaku tvrdoću i gustoću kao kamena sô. U vodi se teško rastapa (1 : 500).

2. Sadra gubi kod 100—150° C veći dio lečane vode. Žežena sadra načinjena s vodom u kašu otvrdne u čvrstu masu, zato se od nje prave kipovi, izljevci, otisci, umjetni mramor i stuko. Sadreni je prašak izdašno gnojivo za livade, djetelišta i mahunarke. On podaje tim biljkama sumpor.

3. Sadra je veoma raširena ruda, a uz to česti pratilac kamene soli, s kojom se ona izlučila iz morske vode. Kod nas nalaze lijepo uleđene sadre kod Slanoga potoka u Zagrebačkoj gori, a u većim naslagama kod Samoborskih Ruda, kod Srba, Žirovca, Vrlike, Sinja, Siverića i Komiže na Visu.

Vježba: Ponovite pokus o taloženju sadre iz rastopine (§ 3.).

Barit ili težac je barijski sulfat $BaSO_4$. Ledi se u rombijskim pločastim složajima, koji su obično u kukance udruženi. On je bistar i bez boje ili bojadisan (žućkast), staklena je sjaja, tvrdoće 3·5, a gustoće 4·5. Veoma se teško tali, a ne topi se u običnim rastapalima.

Kalcit ili vapnenac, kalcijski karbonat, $CaCO_3$.

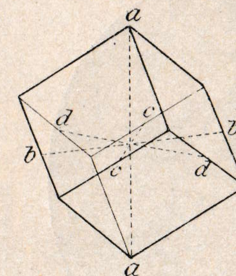
Iskustvo i pokusi: a) Sjećamo se paljenja i gašenja vapna.

b) Paramo i cijepamo vapnenac i kapnemo na nj kiselinom. Parati i cijepati se dade lako, a kiselinom poliven šumi.

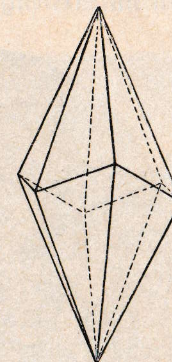
c) Uvodimo li ugljični dioksid u bistru vapnenu vodu, taložit će se kalcijski karbonat, ali će se daljim uvođenjem ugljične kiseline opet rastopiti, jer teško topivi kalcijski karbonat s ugljičnom kiselinom prelazi u lako topivi kiseli kalcijski karbonat ili kalcijski bikarbonat.

d) Žicu od platine zamočimo u solnu kiselinu, a zatim u prašak od kalcijskog karbonata, pa je stavimo u plamen. Plamen se bojadiše narančasto crveno.

Poučci: 1. Vapnenac se ledi najčešće u složajima od romboedra ili kose kocke sa prizmom ili skalenoedrom. Romboedar je lečani lik heksagonskoga sustava. Omeđen je od šest jednakih romba (kosih četvorina), ima 12 bridova i 8 uglova; od tih su dva, što naprotiv leže, tuplji ili oštriji od ostalih 6, a prema tome su i romboedri šiljasti ili tupi (Sl. 55.). Skalenoedar ima 12 jednakih raznostranih trokuta (Sl. 56.). Vapnenac se kala po plohama kose kocke, pa je zato moguće svaki kristal rascijepati u sitne romboedre. On je treći član u stupnici tvrdoće, može se nožem lako grecati (parati), i time se već razlikuje od kremena. Gustoću ima 2·7. Boje je različne.



Sl. 55.



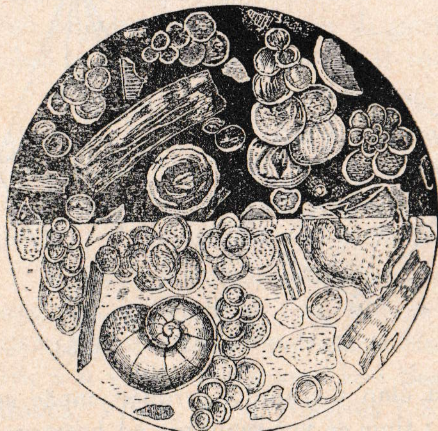
Sl. 56.

2. Vrste vapnenca. Kristali čistoga vapnenca staklena su sjaja, bistri i providni. Ako motrimo predmete kroz takav ledac, vidjet ćemo ih dvostruko (Sl. 57.). Svaka zraka svjetlosti, koja dolazi od predmeta, rastavlja se u lecu na dvije zrake. Zato se takav uleđeni vapnenac zove dvolomni vapnenac, a po najglasovitijem nalazištu još se zove islandski dvolomac. Krupno zrnati vapnenci tvore često velike naslage i cijele gore, pa se zovu obično krečnjaci ili vapnenjaci (vapneno kamenje). Oni se spaljuju na vapno. Sitnozrni i gusti vapnenci, bijeli i različno obojeni, daju se lijepo obrađivati i laštiti, te se upotrebljavaju kao izvrsno građevno kamenje za klesarske i kiparske radnje i zovu se mramori.



Sl. 57.

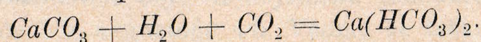
Kreda je bijeli drobivi zemljasti vapnenac, kojim se lako piše. U prašku njezinu mogu se sitnozorom raspoznati oklopi sitnih životinja — foraminiferâ (Sl. 58.). Masivni, gusti, sivi, škriljavi vapnenci imaju obično primiješane gline, lako se u ploče rascijepaju, a upotrebljavaju se u kamenotiskarnicama kao litografijsko kamenje.



Sl. 58.

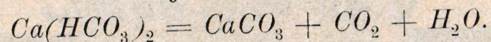
Lapor je gusta smjesa kalcijskoga karbonata i gline; često je u njemu i sitnozrna pijeska. Laporom popravljaju kulturno tlo; vapneni lapor daje žeženjem hidraulično vapno (cement, Beočin, Podsused, Bakar).

3. Kalcijski se karbonat ne topi u čistoj (destiliranoj) vodi, ali će se rastopiti u svakoj vodi, u kojoj ima ugljične kiseline jer njom prelazi u topivi kalcijski hidrokarbonat:



$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2.$$

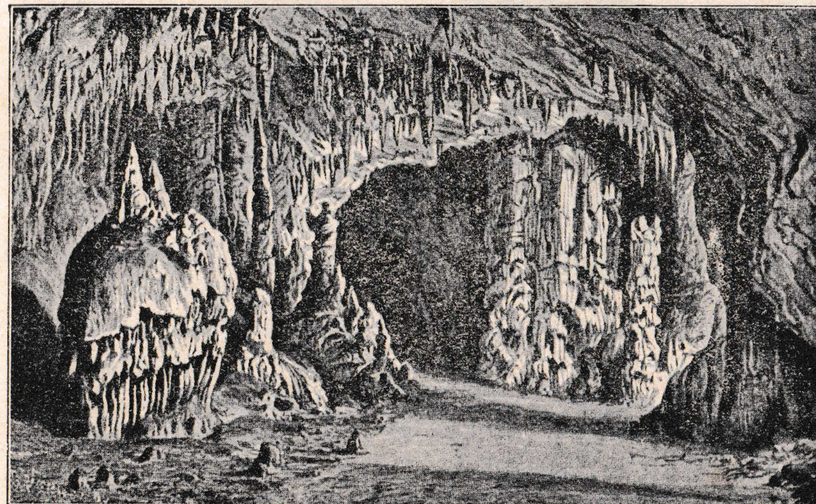
Vode, u kojima je rastopljeno vapnenca, sadre i drugih ruda, zovu se, kako znamo, teške ili tvrde vode. Kuhamo li tvrdu vodu, raspast će se kalcijski bikarbonat opet:



$$Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3 + CO_2 + H_2O.$$

Voda se zamuti, iz nje se izlučuje kalcijski karbonat. Prolazi li tvrda voda pukotinama i kapa li polagano sa stropa spiljâ, tvorit će se gubitkom ugljične kiseline sige (vapnene spilje u Kršu: Postojnska spilja, Sl. 59.). Rasprskava li se takova voda na vodopadu, izlučit će se također vapnenac (Anio — Tivoli kraj Rima) u spužvastim, rupastim tvorinama, a često prevlači i pokriva druge predmete. Te tvorine zovu se vapneni mačak i vapnene cjedine. No najveća množina vapnenca postaje tako, što se neprestano talože oklopi, ljušture i skeletni dijelovi morskih životinja u moru.

4. Vapnenac je u prirodi veoma raširen. On pripada među najobičnije kamenje. Poraba je vapnenca vrlo velika. Islandski se dvolomac izrađuje za optičke sprave. Bijele mramore iz Laasa (Tirol) i Karare (Italija) upotrebljavaju u kiparstvu; sive koruške i šleske, crne (belgijske) i crvene (ugarske) mramore za

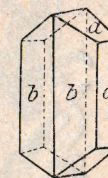


Sl. 59.

spomenike. Rupičavi su vapnenci dobro građevno kamenje Kreda sa Rujane i iz Engleske služi za pisanje. U Alpama tvori vapnenac „vapnenačke Alpe", u Zagrebačkoj gori ima mnogo vapnenca, a u Gorskom kotaru, na Kapeli i Velebitu. je on poglaviti sastavni dio kraja.

Vapnenci su razlogom razvitku krša.

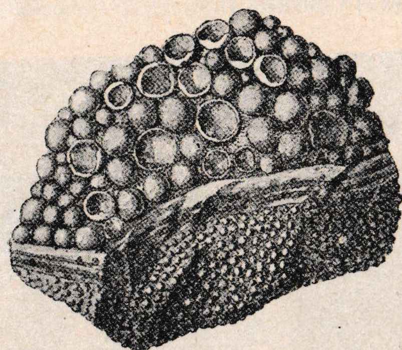
Vježbe: 1. Isporedite kocku s romboedrom.
2. Kakvu korist imademo od različnih vrsta vapnenca?



Sl. 60.

Aragonit je po sastavu također kalcijski karbonat $CaCO_3$, ali kristalizira u rombijskim prizmatičnim oblicima (Sl. 60.). Igličasti se leci često slažu u šipkaste i vlaknaste nakupine. Tvrdoća (3·5—4) i gustoća (3) je nešto veća nego u vapnenca. Krasni leci, žuti kao med, dolaze iz Aragonije (otuda njegovo ime), osim toga ih nalazimo u Ugarskoj, Češkoj i Pirenejima Iz vrelih otopina (Karlove vari) taloži se kao vrelovac na kitice i različne druge predmete,

koji se urone u vrelo; isto se tako izlučuje okolo pješčanih zrnaca i tvori oa samih vrstanih kuglica složeni grašenjak (Sl. 61.). Sigasti aragonit, bijel kao snijeg u obliku koralnjaka, stvara se na pr. na Erzbergu (Štajerska), gdje ga zovu željeznim cvijetom (Sl. 62.). U parnim kotlovima talože se iz tvrde vode iglice aragonita i slijepe se s pomoću sadre u kamen kotlovac.



Sl. 61.

Poučak: Kalcijski karbonat ledi se ili u heksagonskim oblicima kao kalcit iz studenih rastopina, ili se ledi iz vrelih rastopina u rombijskim lecima kao aragonit. Zato velimo, da je kalcijski karbonat dimorfna tvar.

Pitanje: S kojim smo se dimorfnim tvarima već upoznali?



Sl. 62.

§ 32. Staklo.

Obavijest: a) Kalijski i natrijski silikat jesu amorfne, staklaste i providne tvari. Njihov se prašak topi u vreloj vodi, zato se ti silikati zovu topiva stakla. Njihovim rastopinama mažemo, močimo i lijepimo različne predmete.

b) Kalcijski i olovni silikat jesu uleđeni spojevi, ne tope se u vodi, ali se tope u vrelim kiselinama (izlučujući kremičnu kis·linu).

c) Proizvođenje stakla. Sirovine: Kremen, pepeljika, soda, vapnenac, gleđa samelju se u najsitniji prašak i valjano se pomiješaju po određenom omjeru. Tom smjesom pune se lonci, pečeni od vatrostalne gline, koji su ponamješteni u staklarskoj peći. Taljenjem smjese tvori se staklovina. Karbonati i oksidi prelaze pod utjecajem kremena u silikate, a CO_2 izlazi šumom. Gusta staljena masa izrađuje se staklarskom duhaljkom ili lijevanjem. Radnici zamoče duhaljkom u staklovinu, dunu u meko staklo i izrađuju neprestano krećući duhaljkom staklenu robu ili joj davaju konačni oblik u kalupu. Okna i manje staklene ploče prave se iz velikih valjkastih boca, kojima se vrat i dno odreže, a plašt rasiječe i u ploču razvije. Velike se staklene ploče (za izloge i zrcala) dobivaju lijevanjem. Polagano ohlađeni stakleni predmeti bruse se, izjedaju, bojadišu ili drukčije ukrašuju.

Staklo su poznavali već Egipćani.

Poučci: 1. **Staklo** je smjesa alkalijskih silikata (kalijskoga ili natrijskoga) s kalcijskim ili olovnim silikatom. Amorfno je i providno, ne rastapa se u vodi, ne rastvaraju ga ni kiseline, ni razblažene lužine.

2. Prema sastavu razlikuju se ove vrste stakla:

1. Kalijsko staklo ili češko staklo jest kalijski i kalcijski silikat. Posve je bez boje, tvrdo, teško taljivo; od njega se izrađuju kemijske sprave i predmeti za luksus.

2. Natrijsko ili francusko staklo jest natrijski kalcijski silikat. To je staklo mekše i lakše taljivo od kalijskoga stakla. Od njega prave boce, čaše, okna, dakle običnu staklarsku robu.

3. Olovno ili englesko staklo jest olovni kalijski silikat. Tali se lako, jako lomi svjetlost, zato se od njega prave optičke sprave. Pomoću njegovom patvori se drago kamenje.

Obojeno staklo postaje, ako staklovini primiješamo neke kovinske okside. Tako kromni oksid oboji staklo tamno ze-

leno, kobaltni oksid modro, željezni oksid ga oboji smeđe, ljubičasto se oboji manganskim oksidom. Od koštanoga pepela postaje staklo neprovidno bijelo (koštano staklo), od kalajnoga oksida bijelo i nešto pro›račno (mliječno staklo). Ti oksidi bojadišu slično rastaljenu boraču (boračinu biserku).

§ 33. Koji se spojevi magnezija nalaze u prirodi?

Magnezijski sulfat, gorka sol (epsomit), $MgSO_4 + 7\ aq$ nalazi se rastopljen u morskoj vodi i u grkim vodama, koje izviru na pr. u Budimu, Zaječici, Pilni i dr. Lijepih iglica gorke soli imade u rudnicima Samoborskih Ruda. Magnezijski se sulfat upotrebljava za liječenje.

Magnezijski karbonat, $MgCO_3$ nalazi se u prirodi u magnezitu, a s kalcijskim je karbonatom pomiješan u dolomitu[1]), koji u Alpama tvori goleme naslage (Dolomiti). Iz gorke soli sa sodom umjetno priređeni bijeli nježni prašak sastoji se u glavnome od magnezijskoga karbonata, zove se bijela magnezija (magnesia alba) i upotrebljava se kao lijek. Magnezita imade u Hrvatskoj u Fruškoj gori, pak na mnogim mjestima u Bosni uz serpentin, zatim u Štajerskoj. Paljeni magnezit služi za tehničke svrhe.

Žežena magnezija (magnesia usta), MgO dobiva se žarenjem bijele magnezije ili magnezita i upotrebljava se također u medicini i u tehnici.

Magnezijski silikat sadržavaju ove rude:

Milovka je najčešća u lisnatim, ljuskavim nakupinama, ili je sitnozrnata, gdjekad i posve gusta. Ljuske se kalaju savršeno do najtanjih listića, koji se dadu previjati, boje su bijele i zelenkasto bijele, biserna sjaja. Zrnata je milovka bjelkaste do sivkaste boje, masnoga sjaja i opipa. Veoma je neznatne tvrdine, već se noktom lako para, zato je postavljena kao 1. član u ljestvici tvrdoće. Blagi njezin bijeli prašak klizak je, zato se siplje u rukavice i obuću, da se u njima smanji trenje. Tvrđu (1·5) i gustu odliku — masnik — upotrebljavaju kao kredu za pisanje na pločama, a pod imenom španjolska kreda služi krojačima za pisanje na suknu i svili. U vatri je milovka stalna. Žarenjem gubi vodu i postane tvrda.

[1]) Po imenu francuskoga mineraloga Dolomieua.

Stiva je amorfna tvar, koja se obično pojavljuje u gomoljastim komadima. Boje je bijele ili žutkaste, loma je fino zemljasta. Svježe iskopana jest mekana i dade se lako izrađivati. Blaga je i laka, na vodi pliva; kada se napila vode, potone. Upija vlagu, pa se toga radi lijepi na jezik. Nalaze je u Anatoliji (Eski-sher), Grčkoj (Tebe), Španjolskoj (Toledo, Madrid), Moravskoj (Hrubšić i Nova Ves), a u Bosni kod Prnjavora u Ljubićplanini. Od nje prave lule i druge pušaće sprave.

Serpentin je gust ili se pojavljuje u vlaknastim i zrnastim nakupinama. Boje je ponajviše zelene, ali i žute do smeđe, šarene, prugav je i pjegav. Sjaja je voštana; vlaknasti je serpentin svilena sjaja. Tvrdinu ima 3—4. U vatri se ne tali. Jasnije bojadisane guste vrste zovu se dragi serpentin. Njega izrađuju za raznovrsne nakite (Zöblitz u Saskoj, Vogezi, Snarum u Švedskoj). Od osinasta prosti serpentina prave užeta i tkanine.

U Hrvatskoj ima serpentina u Fruškoj gori, gdje tvori cijele bregove, zatim na više mjestâ (Klasnić, Ljeskovac) u Banovini, u istočnom dijelu Zagrebačke gore i u Kalniku. U sjevernoj polovici Bosne nalazimo serpentin kao bitnu sastavinu gotovo po svim gorama.

Milovka, stiva i serpentin sastoje se u glavnom od magnezijskoga hidrosilikata, zbog toga žarenjem ispuštaju vode. Masna su opipa, a vrlo se teško tale.

Magnezijski je silikat u prirodi spojen i s drugim silikatima, na pr. kalcijskim (željeznim i aluminijskim) silikatom u rudama amfibolu i augitu.

§ 34. Aluminij i njegovi spojevi.

$Al = 27·1$.

Opažanja i pokusi: a) Pogledajmo žicu, lim i listić od aluminija, zatim od olova i kositera.

b) Već u ruci osjećamo, da je aluminij lakši od ostalih kovina i vidimo, da zdjelica od aluminija na vodi pliva, premda je gotovo puna vode.

c) Duhaljkom navodimo plamen na listić od aluminija; on se zapali i sagori jakom svjetlošću na bijel prašak Al_2O_3 (aluminijski oksid).

*

d) U kušalici grijemo listić aluminija s lužinom. Aluminij se u lugu brzo rastapa, razvijajući pri tome vodik.

Poučci: 1. Samorodna aluminija nema u prirodi, ali njegovih spojeva ima mnogo. Najvažniji jesu korund (oksid), alunit (sulfat), kriolit (fluorid), glinenac, tinjac, amfibol, angit i glina (silikati). Aluminij se pravi uvelike rastvarajući rastaljeni aluminijski oksid pomoću jake električne struje.

2. Aluminij je kovina gotovo bijele boje, gustoće 2·6, tvrda je poput srebra, veoma sjajna, čvrsta i žilava, ali uza to podatna pa zvonka. U solnoj kiselini i lužini lako se topi. Tali se u crvenoj žari (700° C). Ne mijenja se ni na suhu ni na vlažnu uzduhu.

3. Siva slitina od aluminija s magnezijem zove se magnalij, a slitina od bakra s 5—10% aluminija zove se aluminijska bronca. Ta je zagasito žute boje, na uzduhu se ne promijeni.

4. Od aluminija se izrađuju različiti sitni uresni predmeti, sprave i posude za kućanstvo, maleni utezi, naučni i kirurški instrumenti, ključevi i žlice, ali i sastavni dijelovi automobila i lijetala.

Vježbe. 1. Isporedite magnezij s aluminijem.
2. Koje lake kovine poznajemo.

Aluminijski oksid, Al_2O_3 je bijel, u vodi netopiv prašak. U prirodi ima Al_2O_3 u korundu.

Korund. *Pokus i iskustvo:* a) Korundom grebemo staklo i nama već poznate rude.

b) Sjetimo se tvrdine dosada poznatih ruda, a iz svagdanjega života upotrebe smirka.

Poučak: Korund je iza dijamanta najtvrđa ruda, deveti je član u ljestvici tvrdoće. Ledi se u heksagonskom sustavu slično kao i hematit.[1]) Crveni i providni ulеđeni korund zove se rubin, providan i modar je safir. Mutna zrnca korunda, sive do smeđe boje zovu se smirak (Smirgel). Njime se lašte kovinski predmeti (papir sa smirkom) i brusi drago kamenje. Safiri i rubini u visokoj su cijeni kao drago kamenje; u sitnim se rubinima vrte osi kotačićâ žepnih ura.

[1]) Crvena željezna rudača.

Korund se nalazi u naplavinama zajedno sa zlatom i dijamantima naročito na Uralu. U Istočnoj Indiji nađeni su krasni rubini, a safiri na Ceylonu. Dobar smirak dolazi s otoka Naksa i male Azije.

Aluminijski hidroksid, $Al(OH)_3$ izlučuje se s amonijakom iz rastopinâ aluminijskih soli kao bijeli drčinast talog, koji se rastapa u alkalijama i kiselinama. S organskim bojama tvori netopive bojadisane taloge, t. zv. lak-boje. Sa sumpornom kiselinom daje:

Aluminijski sulfat, $Al_2(SO_4)_3 + 18\ H_2O$ ili koncentriranu stipsu, koja se u velikim množinama upotrebljava u bojadisarstvu i za keljenje papirštine.

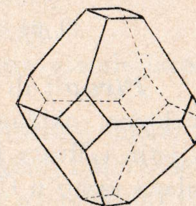
Kalijski aluminijski sulfat, stipsa ili **kocelj,** $K\,Al(SO_4)_2 + 12\ H_2O$.

Pokusi: a) Pomiješamo li gustu rastopinu aluminijskoga sulfata s rastopinom kalijskoga sulfata, izlučit će se stipsa kao kristalni prah.

b) Kušajmo stipsu i odredimo joj reakciju na lakmus.

c) Ako ledac stipse grijemo, opažamo sličnu pojavu, kao kod grijanja uleđene sode i sadre. Stipsa postaje neprovidna, nabrekne, ispušta lečanu vodu i prelazi u žeženu stipsu.

Poučci: 1. Stipsa iscvjeta na nekim škriljevcima (brusilovcima) i na lavi (Puzzuoli). Obično se dobiva iz stipsovitih škriljeva. Ona se ledi u osmercima, kojima su uglovi često otupljeni plohama kocke. Takav oblik zove se složeni oblik, složaj ili kombinacija. Lečani oblik stipse jest kombinacija od osmerca s kockom (Sl. 63.).



Sl. 63.

Stipsa je bez boje, providna, oslasna, a poslije steziva ukusa. Grijanjem izgubi stipsa svu kristalnu vodu i prelazi u žeženu stipsu.

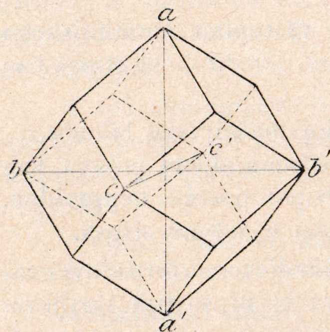
Upotrebljava se za liječenje, za učinjanje kože, za čišćenje vode i mutnih kapljevina.

Pitanje. Čemu trebaju stipsu u kućanstvu?

Obavijest. U običnoj stipsi može se kalij zamijeniti s natrijem a aluminij opet sa željezom, ili s manganom. Tim nastaju novi spojevi, koji se također zovu stipse i koje se sve lede u lečanom obliku obične stipse. Zato, jer se sve te stipse lede u jednake oblike istoga lečanog sustava, kažemo, da su izomorfne i nazivamo tu pojavu izomorfizmom.

§ 35. Koji su dragulji silikati?

Granat[1]) se ledi u teseralnom sustavu, obično u rombijskom dvanaestercu, koji se poradi toga zove još i granatoedar. Taj lečani oblik ima 12 jednakih romba, koji leže kao bridovi osmerca (Sl. 64.). Kristale granata nalazimo urasle u milovkin škrilj, katkada i u rulju, bljesnik i kloritni škrilj. Trošenjem toga kamenja granati se oslobađaju, a vodom se splahnu u naplavine i poprimaju oblik okruglih zrnaca. Zrnati granat sastavlja mjestimice sam čitave „granatne stijene". Tvrdoću ima granat po prilici istu kao i kremen, gustoću 3·7, boju i providnost različitu. Sjaja je staklena. Kemijski mu je sastav promjenljiv; on je smjesa kalcijskoga i magnezijskoga silikata s aluminijskim (i željeznim) silikatom. U jakoj se žari tali i prelazi u obojeno staklo. Prema providnosti i boji razlikuju se:



Sl. 64

P r o s t i g r a n a t je najrašireniji. Ima smeđu crvenu boju, nije providan. Većih ledaca ima u Tirolu (Zillerthal), a u Hrvatskoj u škriljavom kamenju Fruške gore i Psunja.

A l m a n d i n[2]) ili orijentalni g r a n a t crvenoljubičaste je boje (kao trešnja) i posve providan. Omilio je kao uresno kamenje. Ima ga u Češkoj (kod Kolina) i u Tirolu (Zillerthal).

Pirop[3]) ili č e š k i g r a n a t rijetko se ledi i to u nejasnim kockama, obično je zrnast. Boje je crvene kao krv, lijepo se svijetli i dosta je prozračan. Veće zrnje, za brušenje zgodno, nalaze samo u Češkoj, gdje ga kupe po rastrošenom serpentinu. Najvažnija su nalazišta kraj Bilina (Treblivić, Merunic i Podsedlic) i na Kapu (Kaprubini). Sitni piropi upotrebljavaju se u ljekarnama za tariranje.

Topaz ledi se u rombijskom sustavu u jasnim stupovima. Sličan je kremenu, ali se od njega razlikuje savršenom kalavošću i većom tvrdoćom; 8. je član u ljestvici tvrdoće. On

[1]) Granum, latinski = zrno.
[2]) Od mjesta Alabanda u Maloj Aziji; zovu ga još „Karfunkel".
[3]) Pyr grčki — vatra; ópsis grč. = ogled.

je u glavnom aluminijski silikat sa fluorom. Najkrasniji kao vino žuti topazi dolaze iz Brazilije, a postaju u vatri crveni (brazilski rubini). Kod Schneckensteina u Saskoj tvori topaz čitavu stijenu, u Zinnwaldu i Rožni ima lijepih ledaca. Samo providni topaz je cijenjen kao dragulj.

Beril (berilijski aluminijski silikat) se ledi u šestobridnim prizmatičkim oblicima heksagonskoga sustava, tvrđi je od kremena (7·5—8).

Po boji razlikujemo ove odlike berila:

S m a r a g d je providan i kao trava zelen; kao dragulj je u velikoj cijeni. A k v a m a r i n je svjetlija, modrikasto zelena providna odlika dragoga berila. P r o s t i j e b e r i l mutan, muzgavo zelenkasto žute boje. Smaragde nalazimo u solnogradskim Alpama i na Uralu; prostoga berila ima u Motajici kod Kobaša (u granitu).

Turmalin je uleđen u heksagonskom sustavu u prizmatičkim oblicima.

Prizme su po duljini isprutane, a na jednom kraju glavne osi završuju se drukčije negoli na drugom kraju (Sl. 65.). Boje je raznolike, providan, a gdjekada jedva i prozračan. Sjaja je staklena. Grijanjem postaje električan. Turmalin ćemo zapamtiti i poradi toga, što dvije njegove pločice — izrezane po dužini leca i u tom usporednom položaju preložene, — propuštaju svjetlost, dok preložene unakrst, svjetlost više ne propuštaju.


Sl. 65.

Turmalin je po kemijskom sastavu smjesa aluminijskoga silikata s drugim silikatima i boratima.

Najrašireniji je c r n i t u r m a l i n; u Hrvatskoj dolazi po žicama u moslavačkom granitu, tako isto u Češkoj i Moravskoj. C r v e n i (rubelit), m o d r i (indigolit) i z e l e n i providni turmalin iz Moravske Rožne, Urala i Brazilije brusi se i upotrebljava kao uresno kamenje. Brazilijski turmalini režu se u pločice za optičke sprave.

§ 36. Koji su silikati bitne sastavine kamenja.

Glinenci su rude, koje se lede monoklinski (ortoklas[1]) ili triklinski (plagioklas[2]), jasno se kalaju u dva smjera, svijetlih

[1]) Orthós (grčki) = upravan; kláo = kalam, jer se u dva okomita smjera kala.
[2]) plágios = kos, jer su njegovi smjerovi kalavosti između sebe nagnuti.

su boja, tvrdoća im je oko 6. Po kemijskom su sastavu dvostruki silikati i to: aluminijski silikat s kalijskim, natrijskim ili kalcijskim, silikatom. Najvažniji je među njima:

Ortoklas (kalijski glinenac).

Pokusi: a) Kušajmo ortoklas grepsti nožem. Opažamo, da se nožem jedva može parati. Ortoklasom možemo pisati po staklu.

b) Krešemo li ortoklas ocalom, opazit ćemo, da s čelikom daje iskre kao kremen.



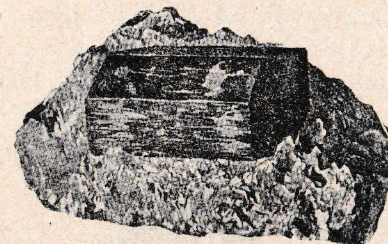
Sl. 66.

Poučci: 1. Ortoklas se ledi u monoklinskim složajima prizmatična oblika. Često nalazimo srasla po dva kao blizance (karlovarski sraslaci) (Sl. 66.). Kala se savršeno u dva smjera, koji međusobno stoje okomito. Ako je ortoklas providan i bistar kao voda, bez boje, a sjaja poput stakla, onda se zove adular; prosti je ortoklas bijele, sivkaste ili crvenkaste boje. Zrnati i kompaktni ortoklas još je češći od pojedinih kristala. Tvrdoća mu je 6, a gustoća 2·5. Ortoklas je kalijski aluminijski silikat.

2. Ortoklas je veoma raširena ruda. U smjesi s drugim rudama sastavlja kao kamenje (granit, gneis, sijenit i porfir) čitave gore. Lijepih blizanaca imade u okolini Karlovih vari; najljepši adulari dolaze iz Adule u Švajcarskoj i služe kao uresno kamenje. Glinenački je prašak bijele boje i bitna sastavina porcelanske mase, iz koje se pravi i pocakli porcelanska roba: osim toga se upotrebljava taj prašak za gnojenje, jer sadrži do 12% kalija. Trošenjem prelazi u kaolin, ili pak u običnu glinu i stvara tako najvažniju sastavinu orać zemlje.

Labradorit je triklinski glinenac. Zanimljiv je poradi toga, što se na kalotinama (to su plohe, koje se cijepanjem ledaca dobivaju) prelijeva lijepim bojama, poglavito modro na zeleno. Imade ga na Labradoru i u Rusiji (Kijev i Volhinija). Od njega prave lijepe spomenike.

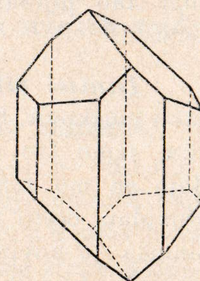
Amfibol[1]) ledi se u monoklinskim složajima (Sl. 67.), koji sjećaju često na heksagonske oblike. Dobro se kala smjerom plohâ prizme. Često se pojavljuje u šipkastim, vlaknastim ili zrnatim nakupinama. Sjaja je staklasta, na kalotinama gotovo biserna. Tvrdoća mu je blizu onoj glinenca, gustoću ima 3. Njegove su odlike: Prosti amfibol,[1]) tamno zelen do zelenkasto crn. Bazaltni amfibol, smeđe crn i neprovidan. Aktinolit[2]) je svjetlije (kao češnjak) zelen u stupolikim lecima ili trakastim nakupinama (često u milovkinu škrilju). Gramatit[3]) je bijele do sive boje. Vlaknaste odlike svijetlih amfibola (ali i serpentina i augita), koje su često svilena sjaja, zovu se amijant ili azbest (amfibolni, augitni i serpentin azbest). Amfibolazbest je krt. Upotrebljava se za brtvenje parnih cijevi. (Najfinije odlike serpentinazbesta složene su od tako tankih vlakanaca, da se mogu presti i upotrebiti za proizvođenje vatrostalnih (ili neizgorivih) tkanja).



Sl. 67.

Prosti je amfibol veoma raširena ruda; ili su leci njegovi urasli u kamenju, ili su kao bitne sastavine u kamenju pomiješane s drugim rudama. Tako je kamen sijenit sastavljen od ortoklasa i amfibola. I sam amfibol tvori za sebe goleme stijene kao amfibolit ili kao amfibolni škrilj. To je tvrdo žilavo kamenje, dobro za gradnju i za ceste.

Augit[4]) se razlikuje od inače sličnoga amfibola po prizmatskom kutu. On se ledi u plosnate i kraće prizmatske lece negoli amfibol (Sl. 68.). Obično je crn, neprovidan, staklena sjaja. Njegove lece nalazimo kao sitne sastavine na pr. u bazaltnom kamenju.



Sl. 68.

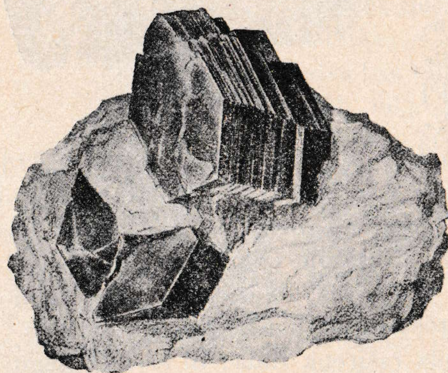
Augit i amfibol jesu po kemijskom sastavu u glavnom kalcijski, magnezijski silikati s aluminijskim silikatom.

---

[1]) amphibolos grčki = dvoličan, jer su ga zamijenili s drugim sličnim rudama.
[2]) aktis = trak.
[3]) Grámma = crta, poradi dugovlaknatih ledaca.
[4]) Augit = sjaj.

Tinjci su rude, koje se savršeno kalaju, pa se mogu u tanke elastične listiće razlistati. Razlikujemo ove vrste:

Muskovit[1]***) tinjac svijetli*** *ili kalijski tinjac* jest kalijski aluminijski silikat, kao što i ortoklas, samo uza to još sadrži vode. Ledi se u šestobridnim pločastim lecima monoklinskoga sustava (Sl. 69.), koji se lako mogu razlistati u najtanje listiće. Tvrdoću ima tinjac istu kao i kamena sô, a gustoća mu je 3. Tinjčevi su listići praživi, elastični, staklena sjaja, a raskoline su biserna do polukovna sjaja. Često su takovi sitni listići ili ljuštice srasle s drugim rudama kao s kremenom, glinencem i amfibolom i tvore tako bitni sastavni dio mnogoga kamenja (na pr. žulje ili gnajsa, rulje ili granita i bljesnika). Velike neobojene ploče muskovita zovu se r u s k o s t a k l o, sitnije bjelkaste ili žutkaste ljuštice polukovna sjaja zovu se m a c i n o s r e b r o ili z l a t o.



Sl. 69.

Rusko staklo dovozi se iz Sibirije i uzima se za urezivanje okana na brodovima, za cilindre i zaslone na lampama, radnicima u tvornicama za naočari. Tinjčev prašak služi kao pijesak za posipavanje i kao tinjčeva bronca u slikarstvu.

Tamni tinjac, biotit[2]) *ili magnezijski tinjac.* Uleđen je kao i muskovit. Kemijski sastav biotita sličan je sastavu muskovita, samo što u njemu uz željezo ima pretežno magnezija. Boje su mu tamne, i to sive, zelene, smeđe i crne. Malo je providan, često neprovidan. Vrlo se savršeno kala, na rascjepinama je kovinasto biserna sjaja. Sličan je muskovitu, samo je rjeđi. Lijepih njegovih ledaca nalazimo u nekim bazaltima češkoga Sredogorja.

---

[1]) od Moskve.

[2]) po mineralogu Biotu.

Klorit se ledi rijetko, ali kao i tinjac u monoklinskim pločastim lecima heksagonskoga lica, najčešći je u lisnatim i ljuskavim nakupinama, gust ili škriljav kao kloritni škriljevac. I on se savršeno kala, ali su mu listići podatni i daju se previjati. Boje je raznovrsno zelene, tvrdoće 1—1.5 Magnezijski je silikat s vodom.

Kloritni je škriljevac vrlo raširen kamen. Kod nas ga ima u Zagrebačkoj gori, Psunju, Fruškoj gori i t. d.

§ 37. Kako djelimo kamenje?

Na površini zemlje pojavljuju se različne rude ili rudne smjese u velikim gromadama. Sve one mineralne mase, koje se u velikoj množini pojavljuju i tako tvore bitni dio zemaljske kore, zovemo k a m e n j e m. Ako se kamenje sastoji samo od jedne rude, onda je j e d n o s t a v n o, kao na pr. vapnenac, kremenjak; jesu li u njemu ispremiješane različite rude, onda se zove s a s t a v l j e n o. Sastavljeno je kamenje k r i s t a l i n s k o ili u l o m l j e n o (klastično).

K r i s t a l i n s k o kamenje sastoji se od kristalinskoga zrnja (gdješto i od posve razvijenih ledaca), koje se međusobno s l i j e p i l o n e p o s r e d n o, t. j. bez posebnoga veziva. Po slogu je kristalinsko kamenje g r o m a d n o ili v r s t a n o.

K l a s t i č n o k a m e n j e sastavljeno je od izmiješana krša istoga ili različitoga kamenja, koje među sobom n i j e v e z a n o (sipko) ili je pak v e z i v o m s p o j e n o u novo č v r s t o kamenje.

§ 38. Kamenje sastavljeno iz dosada uzetih ruda.

1. Kristalinsko kamenje.

a) Eruptivno ili kristalinsko gromadno kamenje.

Granit je z r n a t a s m j e s a o r t o k l a s a, k r e m e n a i t i n j c a. Obično prevlađuje ortoklas i podjeljuje granitu boju. (Katkada ga ima i u ovećim kristalima na pr. u Karlovim varima.) Kremen tvori nepravilna sivkasta staklasta zrnca, a tinjac ljuštice. Granit, koji u gorju tvori središnje hrptove, gromade i vrhunce, zove se g o r s k i granit. Granitne se stijene često raspadaju na balvane. Granit, koji se provlači u debljim ili tanjim žilama kroz sam granit ili kroz drugo kamenje, zove se ž i c a s t i granit.

Granit je veoma rašireno kamenje. U Moslavačkoj gori i u Motajici sastoji se trup gore od granita; još ga više ima u Alpama, gdje tvori centralne gromade njihove (Mont Blanc, Sv. Gotthardt i t. d.). U Karpatima (Visoka Tatra) u Šumavi, Krkonošama, Rudogorju i Češko-Moravskom pogorju sastoji se jezgra također od granita.

Granit se poradi svoje velike čvrstoće i tvrdoće teško obrađuje, ali je veoma trajan. Izvrstan je građevni, kiparski i cestovni materijal. Kad se troši, postaje od njega orać a zemlja, koja je to plodnija, što je više bilo glinenca u granitu.

U Hrvatskoj lome moslavački granit kod Vrtlinske i Jelenske. On je siv ili gdješto malo crvenkast. (Na tom granitu stoji spomenik Jelačića bana u Zagrebu.)

Sijenit sastoji se u glavnom od ortoklasa i amfibola.

Diorit je zrnata smjesa od glinenca (plagioklasa) i amfibola, a dijabaz je smjesa od glinenca (plagioklasa) i augita.

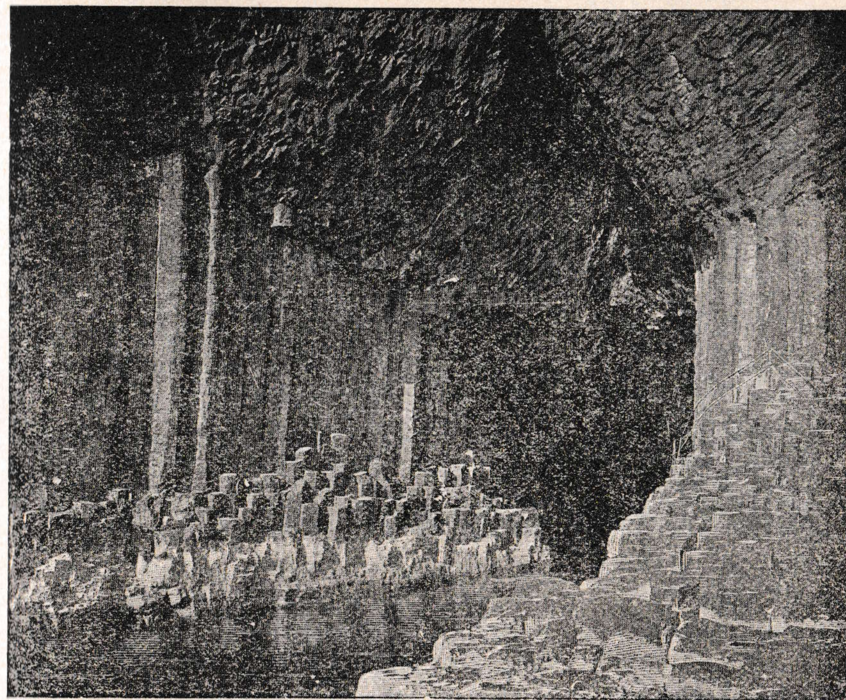
Diorita ima kod Knina i Vrlike, zatim u Krušnoj gori i Sudetima. Egipćani su iz tamnoga diorita (crni porfir — Assuan) izrađivali svoje svetačke kipove.

Dijabaz tvori u Hrvatskoj male otočiće Brusnik i Jabuku kod Visa, dolazi u Zagrebačkoj gori (Bistra, Pila), u Banovini, Psunju, a u Bosni gotovo svuda uz serpentin (Doboj).

Porfir (kremeni) je svijetlo do tamno crveno kamenje, koje je time označeno, da u gustoj osnovnoj smjesi od glinenca i kremena leže oveći leci ortoklasa i kremena, a rеđe listići tinjca. On obično tvori cijele glavice i pokrove. Kod nas ga ima u Požeškoj i Kosteljskoj gori, u Češkoj u okolini praškoj.

Porfirit je također porfirasta sastava, osnovina mu je smeđa do smeđe crvena; u njoj su leci od glinenca (plagioklasa), amfibola i tamna tinjca. Kod nas ga ima u Vratniku kod Senja, kod Fužina (Benkovac, Lepenički otok) i u Moslavačkoj gori. Rimljani su lomili crveni porfir u Egiptu na Gebel-Dokhanu.

Trahit se sastoji u glavnom od rudâ glinenačke rpe. U sivoj ili crvenkastoj gustoj osnovini leže leci sanidina (t. j. staklastoga raspucala ortoklasa), uzgredno ima u njemu amfibola, augita i tamna tinjca. Sastava može biti kompaktna ili šupljikava (plovućac). Trahit se razvio u velikoj množini. Tvori čunjaste visoke vrhunce ili prolazi u žilama kroz drugo kamenje. U Fruškoj gori tvori trahit više vrhunaca (Ledinci, Rakovac, Vrdnik), mnogo ga ima u Bosni (Maglaj), u Ugarskoj (Šćavnica, Ug. Brod) i Sedmogradskoj. Od njega se sastoji na pr. Pic Teneriffa i golemi krateri Čimborasa, Kotopaksija i t. d. Upotrebljava se kao građevni i mlinski kamen, a plovućac kao gladilo.



Sl. 70.

Bazalt se sastoji od glinenca (plagioklasa), augita i olivina, a njima se obično pridružuje magnetit; poradi toga djeluje na magnetsku iglu. Bazalt je sitnozrn ili gust, boje je crno sive ili crne. Vrlo je raširen kamen i tvori često čitave hrpe bregova, više puta se on posve pravilno rascijepao u stupove i prizme. Najkrasniji takovi bazalti nalaze se na sjevernoj obali Irske i na zapadnoj obali Škotske, na otoku Staffa, gdje je glasovita Fingalova spilja (Sl. 70.). Kod nas je bazalt poznat s Krn-

dije (Lončarski vis). Upotrebljava se kao izvrstan cestovni materijal, a trošenjem daje plodno tlo.

Lava je rastaljena rudna smjesa, koja se izlijeva preko bokova kraterâ kod provale (erupcije) vulkanâ Ohlađivanjem se skrutne i postaje čvrst kam, koji naliči po rudnim sastavinama bazaltu ili trahitu. Trošenjem prelazi u veoma rodno tlo.

b) Kristalinsko škriljavo kamenje.

Rulja (gnajs) je zrnata škriljava smjesa glinenca, kremena i tinjca, kao i granit, od kojega se razlikuje samo time, što su se listići tinjca poredali ploštimice. Tim dobiva rulja škriljavi slog. Od gnajsa sastoji se veliki dio pragorja. U Hrvatskoj ga ima u Moslavačkoj gori, u Papuku, Krndiji i Psunju. Tvori veliki dio središnjih Alpi, Rudogorja, Sudetâ, Crne šume i t. d.

Gnajs upotrebljavaju za gradnju i za pločnike.

Vježba: Isporedite granit s gnajsom.

Bljesnik ili tinjčev škrilj sastoji se poglavito od tinjca i kremena, pa je očita škriljava sastava. U Hrvatskoj ga nalazimo u Zagrebačkoj i Moslavačkoj gori, u Papuku, Krndiji i Psunju, a inače ga ima uz gnajs. Gnajs i bljesnik daju trošenjem plodnu zemlju.

Brusilovci su tvrdo kamenje, koje je tako škriljavo, da se dade u tanke ploče cijepati. To je veoma fina zrnasta smjesa od kremena, glinenca i tinjca, boje crvenkaste, zelenkaste, sive do crne. Dade li se brusilovac u lijepe ravne i tanke ploče kalati, onda se zove pločenac. Upotrebljavaju ga za pokrivanje krovova (krovovac), za pisaće pločice, kako se na pr. lome u Želj. Brodu i Strelni (u Moravskoj).

Ulomljeno ili klastično kamenje.

a) Čvrsto klastično kamenje.

Kršnicima (Breče) nazivamo ono kamenje, koje se sastoji od uglasta kršja različnoga kamenja, a to je kršje slijepljeno osobitim vezivom u čvrsti kamen.

Gromače (Konglomerati) se sastoje od zaokruženih valutica (kremena, vapnenca, dolomita), što ih je osobito vezivo spojilo. To vezivo može biti vapnenasto, glinasto ili kremenasto, pa do njega stoji čvrstoća gromačâ.

Pješčenjaci se sastoje u glavnom od kremenih zrnaca, koja su slijepljena kremenastim, vapnenastim ili glinenastim vezivom. Pješčenjaci su sitnozrni ili krupnozrni (zrna do veličine graška) i različno obojeni.

Pješčenjaci su veoma rašireni. Moravski i šleski Karpati skladaju se od pješčenjakâ. Korito rijeke Labe (češka Švajcarska) urezano je u pješčenjake (Sl. 71.). U Hrvatskoj ima pješčenjaka u Zagrebačkoj gori, Ivančici, Macelju, kod Vinice i drugdje.



Sl. 71.

Pojedine vrste pješčenjakâ mnogo vrijede kao građevno kamenje. Od tvrdih i krupnozrnih prave mlinsko kamenje, a od sitnozrnih grade brusove. Manje čvrsti pješčenjaci raspadaju se lako u pijesak.

b) Sipko klastično kamenje.

Gorski krš sastoji se od uglastih nepravilnih odlomaka kamenja, kako se stvaraju, kad kamenje puca i raspada se. Često odnose ledenjaci takve odlomke daleko. Gorski se krš upotrebljava za nasipanje cestâ.

Šljunak nastaje, ako tekuća voda krš dulje vremena u potocima i rijekama valja, kotrlja, izliže i zaobli. Veći šljunak zovu valutice.

Pijesak nastaje, kad se takovo kamenje drobi i troši, koje je sadržavalo kremena (i neke druge rude) u obliku zrnaca. Zrnje je pijeska ponajviše od kremena, ali gdjekada i od tinjca, vapnenca, amfibola, glinenca i t. d U naplovljenom pijesku nalazimo drage kovine i dragoga kamenja.

Tlo se stvorilo, a još se uvijek stvara trošenjem mnogoga kamenja; sipke usitnjene svježe rude izmiješane su usitnjenim proizvodima trošenja, a u kulturnom tlu još s više ili manje truhlim otpacima organizama, koje se često i dodavaju u obliku gnoja. Prema tome, iz kojega se kamenja tvorilo tlo, bit će zemlja pjeskovita, vapnenasta, glinasta, ilovasta, laporasta i rodit će različno.

§ 39. Glina i glinena roba.

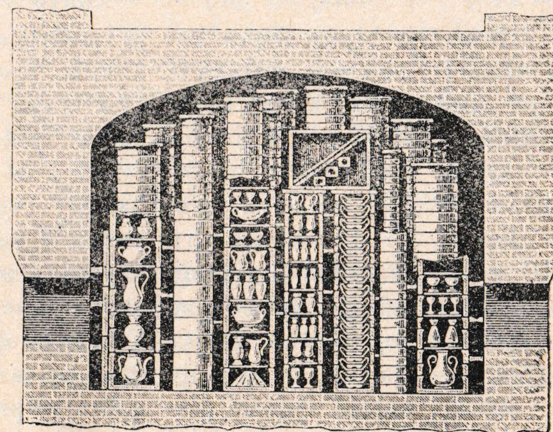
Glina je zemljasta ruda, koja nastaje trošenjem glinenaca ali i amfibola, augita, tinjaca (t. j. alkalijsko-aluminijskih silikata, s nešto kalcijskoga i magnezijskoga silikata). Ako je glina postala u glavnom od glinenca i ostala na onom mjestu, na kome je postala, onda je obično čista i bijele boje, pa se zove porcelanača ili kaolin. Kako je glinenac obično izmiješan u kamenju s drugim rudama, koji se troše zajedno s njim, to je kaolin ređi od obične gline. Ako je glina vodom odnesena na drugo mjesto postaje muljenjem plastična. Primiješaju li joj se usput pijesak, vapnenac, gnjedača i druge rudne trinice, onda postaju različite vrste obične gline: lončarska, ciglarska glina, ilovača i razne bojene gline.

Pokusima se lako uvjerimo, da se glina na jezik prilijepi, da na pr. amonijak proguta, da vodu ne propušta, da s vodom pomiješana daje plastično blato, koje se sušenjem ponešto steže, a paljenjem otvrdne i tada vodu propušta.

Čista glina porcelanača ne tali se u vatri, obične se gline tale to lakše, što je više vapnenih, željeznih spojeva i pijeska primiješano.

Od gline pravi se kalupljenjem, sušenjem i paljenjem glinena roba, koja je ili gusta crijepa kao porcelan i kamenina, ili je porozna kao majolika, obično lončarsko posuđe, crepovi, pločice i cijevi. Da porozna glinena roba ne bi propustila tekućine i plinove, a da bude ujedno i uglednijega lica, pokriva se caklinom (glazurom) i ukrasi se slikarijama.

Za proizvođenje porcelana uzima se smjesa od kaolina i glinenca, koja se vodom zamijesi u plastično blato. Izrađeni se sirovi predmeti suše ponajprije na uzduhu, onda umjerenim grijanjem. Zatim se ulažu u kazete (Slika 72.) od vatrostalne gline, pa se pale prvi puta do svijetlo crvene žare. Ti još porozni predmeti moče se nakon ohlađivanja u gustu mlječinu od glinenačkoga praha i vode, onda se izvrgnu u porcelanskoj peći najjačoj bijeloj žari. Kod te se visoke temperature tali glinenac i ispunjava šupljinice predmeta, a ujedno ih pokrije staklastim pokrovom — ocaklinom (glazurom).



Sl. 72.

Važnost gline za gospodarstvo. Biljke doduše ne primaju gline u svoj organizam, ali ona indirektno omogućuje rastenje njihovo zbog svojih fizikalnih svojstava.

Tako na pr. uzdrži glina, zbog pohlepnoga upijanja i držanja vode, zemlju vlažnom, i podaje joj onu čvrstoću, koja je potrebna za učvršćivanje biljaka (otpor protiv vjetra, čupanja i t. d.).

Glina pridrži osim toga iz vodenih rastopina mnoge za biljke potrebne spojeve na pr. alkalijske i amonijske soli, sve dok korijenje do njih ne dopre.

B. Teške proste kovine, njihovi spojevi i rudače.

§ 40. **Cinak, kositer i olovo.**

$Zn = 65{\cdot}4$, $Sn = 119$, $Pb = 206{\cdot}9$.

Motrenja i pokusi: a) Previnemo li šipku od cinka kod obične temperature, lomit će se. Ugrijemo li cinčanu šipku u plamenu, onda je možemo svinuti.

b) Učinimo isto s kalajnom (kositrenom) šipkom! Ona se već u studeni daje previjati, ali škripi.

c) Olovnu šipku lako svinemo, ona na papiru piše, a olovnu žicu lako pretrgnemo.

Cinak = *Zn.*

je kovina modrikasto bijela, spec. težine 7. Na uzduhu je dosta stalan. Kod obične je temperature krhak, ugrijan na 100—150⁰ C može se kovati. Kod ca 420⁰ C se tali. Kod 550⁰ C zapali se uz pristup uzduha i sagori svijetlim plamenom na cinčani oksid. Od cinka se izrađuje cinčani lim, žica i mnoge važne legure (žuta mjed). Njim se prevlače (galvaniziraju) željezni predmeti.

Kalaj = *Sn*[1])

je bijela sjajna kovina spec. težine 7·3, meka i kovkâ, može se rastanjiti u vanredno tanke listiće, koji se zovu s t a n i o l. N a u z d u h u j e n a j s t a l n i j a od svih prostih kovina. Tali se oko 230⁰ C. Na bijelom usijanju sagori sjajnim plamenom u kalajni oksid. Od kalaja se izrađuje različito posuđe, njime se kalajiše bakreno i željezno posuđe i prave se slitine, na pr. bronca.

Olovo = *Pb*[2])

je modrikasto siva kovina, spec. težine 11·4. Tako je meko, da se može nožem rezati i da piše po hartiji; veoma je kovko i razvlačivo, ali nije čvrsto. Na uzduhu brzo potamni. Tali se kod 330⁰ C. Staljeno se olovo oksidira uz pristup uzduha i pokriva se žućkasto sivom kožicom od olovna oksida. Od olova se prave vodovodne cijevi, puščana taneta, sačma i neke slitine (štamparska slova).

V j e ž b a : Navedite predmete, koji su načinjeni od te 3 kovine.

C i n č a n i o k s i d, *ZnO.*

Iskustvo: Sjetimo se pokusa o spaljenju cinčanih odrezaka (Str. 13.). Tu nastjae bijeli cinčani pepeo ili c i n č a n o

[1]) latinski stannum.
[2]) latinski plumbum.

b j e l i l o, koja se boja utjecajem sumporovodika ne mijenja (za razliku od olovnoga bjelila). Cinčani oksid (flores cinci) upotrebljava se za pravljenje cinčane masti i kao bijela boja.

C i n č a n i s u l f i d, *ZnS*. Pokusom se možemo uvjeriti, da cinčano bjelilo u sumporovodiku boju ne mijenja, jer je i nastali *ZnS* bijele boje. U prirodi ima tutijina sulfida pod imenom:

Sfalerit[1]) ili c i n č a n i b l i s t a v a c. Sfalerit se ledi u rombijskim dvanaestercima ili u (rijetko kada potpuno razvijenim) osmercima. Kala se savršeno smjerom plohâ rombijskoga dodekaedra; na lečanim je plohama sjaja alemova, a često i na iscjepinama. Češće se pojavljuje u zrnatim i vlaknastim nakupinama slabijeg sjaja. Boje je gnjedo žute, gnjede i crne. Tvrdoću ima 3—4, gustoću oko 4. Tučen se raspada u žutkast do zelenkast prašak. Veoma je raširen po rudnim žilama (često uz olovni sjajnik) u Hrvatskoj kod Ivanca u Ivančici, Ledinaca u Fruškoj gori, Trgova u Trgovskoj gori; u Bosni kod Srebrenice i Čemernice; u Češkoj u Přibramu, Kapniku; u Saskoj kod Freiberga. Iz njega se vadi tutija i pravi bijela galica.

Cinčani sulfat, bijela galica, $ZnSO_4 + 7\ H_2O$ postaje prženjem tutijina blistavca na uzduhu ili rastapanjem tutije u sumpornoj kiselini. Tvori u vodi topive lece bez boje. Upotrebljava se za liječenje i za proizvođenje ostalih cinčanih spojeva.

C i n č a n i k a r b o n a t, $ZnCO_3$ nalazi se u prirodi u rudi: **Tutijevac** ili s m i t h s o n i t[2]), koji se rijetko ledi u jasnim lecima, obično pak u raznovrsnim nakupinama svjetlih boja.

Tutijevac upotrebljavaju za dobivanje tutije; kod nas ga nalaze u Ivančici kod Ivanca.

Kalajni oksid, SnO_2. *Pokus.* Stavimo li u plamen listić od kalaja (staniola), sagorjet će na kalajni pepeo, koji je SnO_2. On služi za proizvođenje mliječnoga stakla i emalja. U prirodi se nalazi taj spoj kao ruda:

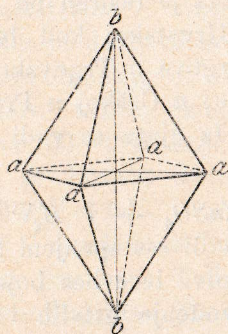
Kasiterit[3]) ili k o s i t r e n a r u d a č a.

[1]) Salferós, grčki varav.
[2]) Smithson, engleski kemik.
[3]) Kasiteros = kalaj.

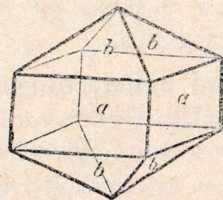
*

Pokus. Kositrenu rudaču paraju sve rude, koje su tvrđe od kremena. Crt je kasiterita bijel.

Poučak: Kasiterit se ledi u složajima od tetragonske prizme i piramide. Tetragonska je piramida slična osmercu, ali se razlikuje od njega time, što joj je glavna os *bb* dulja ili kraća od ostalih; poradi toga ima tupih i šiljastih piramida, a sve su omeđene sa 8 jednakih istokračnih trokuta (Sl. 73.). Složaji prizme s piramidom (Sl. 74.) često su po dva združena u sraslace. Kasiterita ima još zrnata i naplovljena kao kositreni pijesak. Po boji je i sjaju sličan sfaleritu. Tvrdoće je iste kao i kremen, a gustoću ima 7. Jedina je rudača, iz koje se kalaj na veliko dobiva. Nalazi se u Češko-saskom rudogorju (Zinnwald, Slavkov) i u Kornvelu (u Engleskoj), u pijesku na poluotoku Malaki i na otoku Banki.



Sl. 73.



Sl. 74.

Olovni oksid, *PbO* je ili žute boje i amorfan, pa se zove olovni pepeo ili masikot i služi kao boja; ili je u crvenkasto-žutim pločicama (ljušticama) kao olovna gleđa. Ona se upotrebljava za proizvođenje olovnoga stakla i olovnate caklovine.

Minij, Pb_3O_4 je prašak živo crvene boje, koji se dobiva grijanjem masikota na uzduhu kod 300⁰. Upotrebljava se kao uljana i vodena boja, za pokosti i za lem, kojim se sastave cijevi; za finija olovna stakla i za žigice.

Olovni sulfid, *PbS*. *Pokus.* Ako na papir, koji je namazan olovnim bjelilom, navodimo sumporovodik, požutjet će on i potamnjeti, jer je nastao olovni sulfid, koji je crno smeđe boje. Time tumačimo, zašto vrata i okna, uljene slike, tisak u bo-

jama, kartoni itd. požute, ako se upotrebljavalo olovno bjelilo. U prirodi je *PbS* veoma raširen; tu rudu zovu olovnim sjajnikom ili olovicom.

Galenit[1]) ili olovni sjajnik.

Pokusi: a) Udarimo li čekićem po olovnom sjajniku, raspast će se u drobne kocke.

b) Ako ga paramo nožem, ostaje uz brazdu crno siv prašak.

c) Žarimo li sjajnik na ugljenu, osjetit ćemo duhu po gorućem sumporu; stalimo li ga sa sodom na ugljenu, dobit ćemo bijela mekana kovna zrnca od olova.

Poučak: Olovni sjajnik ledi se u kockama i osmercima ili u složajima tih oblika, koji se kalanjem lako raspadaju na manje kocke. Boje je olovno sive, oštra kovnoga sjaja. Gdje se nožem grebe, raspada se u crno siv prašak, koji ostaje uz grebotinu. Takovu rudaču zovemo blagom. Težine je gotovo iste kao i željezo (7·5), tvrdoće 2·5. Osim olova i sumpora sadrži obično još nešto srebra, ali rijetko kada više od 1%. Od njega se dobiva olovo i srebro (Přibram). U Hrvatskoj ga ima u Trgovskoj gori kod Trgova i Bešlinca, u Ivančici, Zagrebačkoj gori, u Fruškoj gori kod Ledinaca, u Bosni kod Plova, Kreševa, Srebrenice, Prijedora i Vareša, u Dalmaciji kod Kljaka, u Koruškoj (Plibrk, Raibl), u Češkoj (Příbram), u Saskoj (Freiberg).

Olovni karbonat sastavlja u glavnom olovno bjelilo. To je najljepša bijela ličilačka boja (kremsko bjelilo), ali požuti i potamni utjecanjem sumporovodika, jer se stvara crno smeđi olovni sulfid.

§ 41. Željezo i njegovi spojevi.

$Fe = 55·9$.

Samorodno željezo pripada među najveće prirodne rijetkosti, premda je baš željezo za svagdanji život najkorisnija i najznatnija kovina. Samorodno se željezo nalazi ili u obliku grudâ, zrnacâ i ljušticâ na zemlji, pa se zove zemaljsko ili telurno željezo, ili pada iz svemirskoga prostora kao meteorno željezo na zemlju.

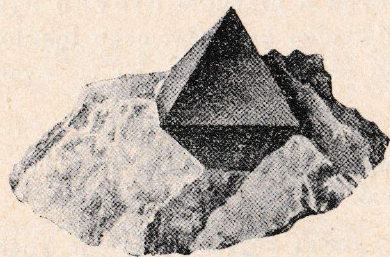
[1]) Grčki galéne = olovica, olovna rudača.

U ovom posljednjem ima znatnih množina nikla. Ako izbrušenu pločicu meteorna željeza polijemo dušičnom kiselinom, ukazuje se pravilan crtež (Widmanstetenove figure. Sl. 75.). Željezo je tvrđe od ostalih kovina (4—4·5), gustoću ima 7—7·8. Telurno željezo našlo se u većim množinama u Grönlandiji.


Sl. 75.

Češće se nađe na zemlji meteornog željeza, i to katkada u balvanima[1]) koji teže po više centi (Krasnojarsk u Sibiriji, Bohumilic i Lokti itd.). Osim nađenih komada spomenut ćemo takove, koje su ljudi vidjeli gdje padaju. Dne 16. svibnja 1751. pala su dva komada kod sela Hrašćine u Hrvatskoj. Veći komad od 40 kg čuva se u bečkom dvorskomu muzeju, manji su komad raskovali (zagrebačko meteorno željezo). G. 1874. pao je takav meteor kod Broumovske u Češkoj. U bečkom je dvorskom muzeju znamenita zbirka meteornoga željeza i meteornoga kamenja.

Željezni oksiduloksid, Fe_3O_4. Iskustvo nas uči, da se željezo u kovačkom ognjištu pokriva crnom korom, koja kod kovanja otpada kao željezna okujina ili ocvrčina. Kemijski joj je sastav Fe_3O_4. U prirodi se taj spoj nalazi u rudi magnetovcu.


Sl. 76.

Magnetit ili magnetovac poznat nam je već iz fizike. On je prirodni magnet, privlači i drži željeznu pilovinu. Magnetit se ledi u jasno razvijenim osmercima, koji su urasli u kloritnom škriljavcu. (Sl. 76). Često su po dva osmerca srasla u blizance. Osim toga nalazi se u obliku zrnaca (pijesak od Čerevića i Ključa u Bosni), a kao zrnato i gusto kamenje tvori čitave stijene (Kušva na Uralu, Danemora u Švedskoj). Boje je crne, sjaja kovnoga, nalikuje željezu. Ima tvrdoću glinenca, tare li se po porcelanskoj pločici, ostavlja crn prašak (pokus). Magnetitom obiluju osobito zemlje na sjeveru Evrope. U Hrvatskoj ga nalaze kod Mrzle Vodice, u Ugarskoj kod Rešice (Banat). Magnetit je važna željezna rudača, iz njega se dobiva željezo.

[1]) Najveći meteor iz Rauchita u Mehiku teži 50 tona.

Vježba. Računajte, koliko je % željeza u magnetovcu.

Željezni oksid, Fe_2O_3. Vidimo, da željezne štednjačke ploče i peći iza dulje porabe na površini postaju gnjedo crvene. Crvena se ta boja može otrti, a kemijski joj je sastav Fe_2O_3. Taj se spoj u prirodi nalazi u rudi:

Hematit[1]) ili crvena željezna rudača.

Pokusi: a) Pišemo li hematitom na porcelanskoj pločici, ostavit će crvenkast ili crveno smeđ trag (crt).

b) Žarimo li zrnca crvene željezne rudače, potamne i postanu magnetična.

Poučak: Hematit se ledi romboedrijski, no češće je sloga lisnata, vlaknata, zrnata ili zemljasta. Od magnetovca se lako razlikuje crvenim ili crveno smeđim crtom. Leci su crni, kovna sjaja i zovu se željezni sjajnik. Lisnate vrste crno sive boje i oštra kovinskoga sjaja zovu se željezni tinjac.

Hematit tvori često bubrežaste, grozdolike ili kuglaste nakupine, koje se zovu crvena caklovica. Glinene se odlike zovu crvena glinena željezna rudača, ako su zemljaste — crveni oker. U lecima postizava hematit tvrdoću glinenca, dok se zemljaste vrste (Rötel) mažu o prste (pokus) i upotrebljavaju kao crvene boje.

Lijepi leci dolaze s otoka Elbe i Sv. Gottharda (Alpe). U Hrvatskoj imade crvene željezne rudače u Samoborskoj gori (Rude), u Petrovoj gori, Mrzloj Vodici, na Velebitu (Debeljak iznad V. Plane i Crno vrelo kod Trnovca) i u Fruškoj gori. U Bosni ima silnih množina kod Vareša, Dusine i Kreševa, u Dalmaciji kod Drniša (Umljanović), Vrlike, Sutine i Kljaka.

Iz hematita se proizvodi željezo.

Pitanje. Koliko je % željeza u čistoj crvenoj željeznoj rudači?

Željezni hidroksid $Fe(OH)_3$. Iz života znamo, da željezni predmeti na vlažnu uzduhu brže rđaju, negoli na suhom.

[1]) od grč. haema = krv.

Kako ćemo ih očuvati od rđanja?

Željezna rđa i gnjeda željezna rudača jesu u glavnom željezni hidroksid, on bojadiše ciglarsku glinu i oraću zemlju.

Limonit[1]) ili gnjeda željezna rudača pojavljuje se u prirodi u kristalinskim i gustim grozdolikim, bubrežastim ili sigastim nakupinama smeđe (gnjede) boje. Po slogu razlikujemo ikraste i šljunkaste (ikrovac, bobovac), vlaknaste, kuglaste (caklovica) i guste zemljaste vrste, koje su često s glinom pomiješane (žuta glinena željezna rudača, žuta rđa, žuti oker).

Pokusi i iskustvo: a) U kušalici žarimo prašak limonita. Izlazit će voda, a zaostat će željezni oksid Fe_2O_3.

b) Iz iskustva znamo, da crijepovi iza paljenja pocrvene.

c) Prašak i crt gnjede željezne rudače jest žuto smeđe (gnjede) boje; otuda je dobila ime.

Poučci: 1. Gnjeda željezna rudača veoma je raširena; ona postaje još svejednako na površini zemaljskoj. Tako na pr. prelaze trošenjem siderit, pirit i hematit u gnjedu željeznu rudaču. U nekim močvarama (poglavito u nizinama Holandije, Rusije i sjev. Njemačke) taloži se taman mulj, iz kojega postaju zemljaste vrsti limonita. Otuda je ime limonit. On često pronikne ciglarsku glinu i oraću zemlju i bojadiše ih žuto.

2. Limonita ima u Hrvatskoj gotovo u svim gorama. Po rudarstvo su važnija nalazišta Bešlinac (u Trgovskoj gori), Vranovina (u Petrovoj gori), Mrzla Vodica i Crni lug (u Gorskom kotaru). U Bosni imade limonita u dolini Japre, Staroga Majdana, Bronzenog Majdana, Ključa, Vareša, Sinjakova, Kreševa, Fojnice, Kupreša, Ivanovice, Ostroga i Smrčevice. U Dalmaciji kod Sinja i Knina, Rogoznice (Omiš), Tučepa (Makarska), Bakina, Graca i Kremene (kod Slivna) pa na istočnoj i zapadnoj strani Promine (Drniš). Iz gnjede željezne rudače također vade željezo. Žuti oker je prosta ličilačka boja.

Pitanje. Ustanovite, koja je od navedenih rudača željezom najobilnija?

Željezni karbonat, $FeCO_3$ nalazi se u prirodi u rudi ociljevcu. U nekim rudnim vodama (Rogatac) ima rastopljena željeznog bikarbonata $Fe(HCO_3)_2$.

Siderit[2]) ili **ociljevac** leđi se u kosim kockama kao i vapnenac. Češći je u zrnatim nakupinama. Savršeno se kala smjerom plohâ romboedra; boje je žućkasto sive do žućkasto smeđe; trošenjem postaje smeđ do crn. Tvrdoća = 4, gustoća = 3·8. Po kemijskom je sastavu $FeCO_3$, zato ga kiseline uza šum rastapaju (pokus). Žarimo li ga na ugljenu, postaje magnetičan (pokus). Ociljevac je veoma važna željezna rudača.

[1]) Leimon, grčki = livada, močvara.

[2]) Grč. sîderos = željezo.



Sl. 77.

U Hrvatskoj je nalazimo u Samoborskoj gori (Rude), Trgovskoj gori (Ljubina, Bešlinac) i Petrovoj gori, u Bosni (obično uz druge željezne rudače, na pr. Vareš), u Dalmaciji (Umljanović kod Drniša), u Štajerskoj (Erzberg kod Eisenerza. Sl. 77.), u Koruškoj (Hüttenberg). Iz ove rudače mnogi vade željeza.

Željezni sulfat ili **zelena galica**, $FeSO_4 + 7\ H_2O$ priređuje se uveliko, i to osobito oksidacijom piritnih ogaraka, koji sadrže FeS. $FeS + 2\ O_2 = FeSO_4$. Postaje i rastapanjem željeza u sumpornoj kiselini. Tvori zelene monoklinske lece, topi se u vodi, a upotrebljava se za pravljenje crnila (tinte), u bojadisarstvu i za desinfekciju.

Pokus: Ako u amonijačnu vodu uvodimo sumporovodik, nastat će amonijski hidrosulfid, koji neugodno miriše po sumporovodiku i amonijaku $(NH_3 + H_2S = NH_4SH)$. Primiješamo li toj tekućini rastopinu zelene galice, ponestat će ogavne duhe, jer nastaje željezni sulfid i amonijski sulfat.

Željezni klorid, $FeCl_3$ postaje, kad se žari željezo u struji klora ili ako rastopimo željezni oksid u solnoj kiselini. To je žuta tvar, koja se na zraku razmoči, a vrlo se lako topi u vodi. Upotrebljava se u bojadisarstvu i kao sredstvo za sustavljanje krvi.

Vrste željeza. Samorodno željezo ne može nimalo namiriti veliku potrebu za tom kovinom, stoga se gotovo sve gvožđe proizvodi iz gore navedenih rudača (Str. 102—104). Kao prvi proizvod dobiva se sirovo željezo, a iz njega se pravi kovko željezo i čelik (ocal, nado). Sve te vrste nijesu kemijski čisto željezo, nego sadrže uza to nešto ugljika. Kemijski je čisto željezo previše meko i preteško taljivo, a da bi bilo zgodno za izradbu predmeta.

Opažanja i pokusi: a) Vidimo, da je lom sirova bijeloga i sivoga željeza zrnat, a bijele ili sive boje.

b) Čelik je na prelomini mnogo sitnije zrnat, u pilama je veoma tvrd, a u perima elastičan.

c) Kovko željezo pokazuje na lomu vlaknast slog.

Sirovo željezo	Čelik	Kovko željezo
bijelo je ili sivo, sadrži 2·3—6% ugljika, a uza to nešto kremika i mangana. Bijelo sirovo željezo tvrdo je i krto, od njega se priređuje čelik i kovko željezo. Sivo sirovo željezo manje je krto, može se piliti, blanjati, točiti i bušiti. Teže se tali od bijeloga željeza, ali kad je staljeno onda je žitko, pa ispunjava dobro kalupe, zato se od njega lijeva ljevana roba. Sirovo se željezo dobiva iz željeznih rudača (§45.).	sive je boje, sadrži 0·5—2% ugljika i nešto mangana. Sitno zrnata i jednaka je sloga, hladan se ne može kovati, već tek na crvenom usijanju. Na bijelo usijan može se svariti. Tvrđi je od kovkoga željeza. Usijanjem i naglim hlađenjem postaje vrlo tvrd i krhak, no može se opreznim grijanjem opet umekšati i učiniti elastičnim. Iz tvrdoga se čelika prave pile, blanje, noževi, a pera iz elastičnoga čelika.	boje je svijetlo sive, sadrži 0·1—0·3% ugljika, vlaknasta je sloga, mekše od čelika i od sirova željeza, veoma je razvlačivo, vanredno čvrsto i žilavo. Može se hladno i vruće kovati, a zažarena dva komada mogu se lako svariti u jedan komad. Od njega se kuju predmeti, koji moraju biti vrlo čvrsti. Čim u njemu imade više od 0·4% silicija ili 0·3% fosfora ili ma samo 0·1% sumpora već se ne može kovati.

Vježba. Imenujte predmete od ljevanoga, od kovkoga željeza i od čelika.

§ 42. Mangan, nikalj, krom i antimon.

$Mn = 55{\cdot}0$, $Ni = 58{\cdot}7$, $Cr = 52{\cdot}1$, $Sb = 120{\cdot}2$.

U prirodi se ove kovine nalaze ponajviše u spojevima. Nikalj je obična primjesa meteornomu željezu.

Mangandioksid, MnO_2 nalazi se u prirodi kao suri kamen. Iz njega se proizvode svi ostali spojevi mangana.

Piroluzit, manganova rudača ili suri kamen nalazi se u iglastim i vlaknastim lečanim nakupinama, ali i gust i zemljast, crne do crno sive boje i polukovna sjaja. Tako je mekan (2), da prste zamaže crnim praškom.

U Hrvatskoj ga imade kod Trgova uz limonit i kod Vrginmosta (Brnjavac, Pješčenica), u Bosni (Čevljanović, Ivanjska, Vareš, Gornji Vakuf), u Durinškoj šumi (Ilmenau), u Češkoj, u Saskoj i na Harzu. Upotrebljava se za pripremu kisika, za proizvođenje klora i za bojadisanje stakla.

Vježba. Ponovite, kako se dobiva kisik i klor s pomoću manganove rudače?

Nikalj. Motrenje. Gledajući i istražujući nikaljni lim i žicu, nikaljne kocke, novce i argentan (vidi niže), saznajemo, da je nikalj bijela kovina s nadahom na žuto, kovka i razvlačiva, da se teško tali, da djeluje na magnet kao i željezo.

Nikalj je na uzduhu veoma stalan, zato se od njega prave sprave i oružje, a željezo, bakar i žuta mjed njime se ponikluju. Za poniklanje služi rastopina nikaljnoga sulfata.

Stalimo li nikalj i žutu mjed, postat će slitina nalik na srebro, po imenu pakfong, argentan ili novo srebro. Ta se slitina često još posrebri, onda se zove alpaka ili kinesko srebro. (Alfenide, Christofle kovina).

Nikaljna pakovina ili **nikelin** jest nikaljni arzenid $NiAs$. Boje je jasno bakarne, kovna sjaja. Imade ga u Štajerskoj i Češkoj, a proizvode iz njega nikalj.

Vježba. Nabrojite dosada poznate kovine.

Kobalt je sličan nikalju. Njegov oksid bojadiše staklo modro.

Krom je kovina slična željezu, ali tako tvrda, da para staklo. Njegova se legura sa željezom zove ferokrom i upotrebljava se kod pripreme oklopnih ploča ratnih brodova. Najvažnija je kromna ruda **kromit** ili **kromovac.** To je spoj ferooksida sa kromoksidom $FeO\ Cr_2O_3$.

Kromni oksid, Cr_2O_3 ili kromno zelenilo je zelen, neotrovan, u vatri postojan prah, kojim se staklo i porcelan oboji lijepo smaragdno. Upotrebljava se kao vodena i uljana boja na pr. za ličenje školskih klupa.

Kalijski bikromat $K_2Cr_2O_7$ proizvodi se iz kromita. Ledi se u triklinske prizme narančasto crvene boje. Dodaje li se rastopini kalijskoga bikromata kalijske lužine, ona požuti, jer je nastao kalijski kromat, K_2CrO_4 (pokus).

Antimon se u prirodi nalazi kao antimonski sulfid ili **antimonit,** antimoni sjajnik, Sb_2S_3.

Pokus: Žarimo li ulomak antimonita na ugljenu, tali se lako i sagori modrikasto bijelim plamenom, iz kojega izlazi bjelkast dim, a uz to osjećamo duhu po gorućem sumporu.

Poučak: Antimonit se priključuje svojom sivom bojom, oštrim kovnim sjajem i neznatnom tvrdinom (2) olovnome sjajniku. Rombijski su mu leci obično iglasti, a često su srasli u snopove. Antimonova sjajnika našli su u Hrvatskoj u Samoborskoj i Fruškoj gori, u Bosni (Srebrenica, Čemernica kod Fojnice), u Češkoj (Přibram), u Ugarskoj (Felsöbanya) i Sedmogradskoj. To je jedina rudača, iz koje se dobiva antimon.

Antimon je po kemijskim svojstvima nalik arsenu, ali je bijel gotovo kao kalaj. Ako se žari na ugljenu, oksidira se slično kao arsen i pretvori se u bijel dim, ali ne zaudara po češnjaku. S kalajem daje britanjsku kovinu, a sa $^4/_5$ olova leguru za štamparska slova.

§ 43. Bakar i njegovi spojevi.

$Cu = 63{\cdot}6$.

Pokusi: Pogledajmo bakar u različitim oblicima, prerežimo, previnimo bakrenu žicu i udarajmo po njoj.

Mjed ili **bakar** = Cu[1]) crvena je kovina, gustoće 8·9, a tvrdoće 2·5—3. Veoma je žilava, razvlačiva, kovka i gipka. Tali se kod 1200°C. Izvrstan je vodič topline i munjine.

Bakar dolazi u prirodi samorodan u teseralnim lecima, koji se skupljaju u zubaste, pločaste, žicaste i drvolike naličine, no imade ga i gromadasta.

Samorodna bakra ima u velikim množinama na „Gornjem jezeru" u Sjevernoj Americi, u Engleskoj, na Uralu, u Japanu i Australiji.

Bakar se upotrebljava zbog svoje postojanosti, čvrstoće i ostalih zgodnih svojstava za mnoge svrhe. Od njega se izrađuje lim, žica, prave se kotlovi i aparati za destilaciju. On je glavna sastojina mnogih važnih slitina.

Staljivanjem bakra ($^3/_4$) s tutijom ($^1/_4$) dobivenu slitinu zovu žutom mjedi. Bakar, tutija i nikalj sastavljaju pakfong.

Bronza sastoji se od bakra i kalaja. Ona je lako taljiva, tvrda i zvučna, pa služi za zvona, kipove i topove.

Bakarni oksidul, Cu_2O je crveni prašak, koji staklo oboji crveno. U prirodi se nalazi kao:

Kuprit ili crvena bakrena rudača, koja se ledi u osmercima. Plohe kuprita sjaje se oštrim alemovim sjajem. Imade ga i u zrnatim i gustim nakupinama. Boje je crvene, crta gnjeda do crvena, tvrdoće kao fluorit, a gustoće 6. Našli su ga u Zagrebačkoj gori (Mikulići), Samoborskoj gori (Rude) i Trgovskoj gori (Trgovo, Bešlinac).

Vježba: Izračunajte, koliko u kupritu imade bakra po %?

[1]) Od latinskoga Cuprum.

Kuprita ima u Francuskoj, na Uralu, u Banatu i u Engleskoj. Iz njega se vadi bakar.

Bakarni oksid, CuO je crn. Postaje, ako bakar žarimo na uzduhu; zove se i mjedena okujina. Staklo oboji modrikasto zeleno. U prirodi se nalazi kao crna bakarna rudača.

Bakarni karbonat, $CuCO_3$ nije poznat. Rude malahit i azurit sadrže uz bakarni karbonat još hidroksida.

Pokusi: a) Paramo li malahit, opazit ćemo, da mu je crt jasnije zelen, nego li boja čitavoga komada.

b) Žarimo li smjesu od malahitnoga praška i sode na ugljenu s duhaljkom, izlučit će se bakar.

c) S kiselinama poliven šumi malahit isto tako, kao i vapnenac ili ociljevac (jer izlazi ugljična kiselina).

Malahit[1]) se kristalizira u smaragdnim, monoklinskim iglicama svilena, a katkada i alemova sjaja.

Češće se pak nalazi u bubrežastim, sigastim ili trakastim nakupinama. Crta je svijetlo zelena, tvrdoće poput fluorita, a gustoće 4. Malahit nalaze zajedno s drugim mjedenim rudama na Uralu; u Bosni je poznat na više mjesta (Sinjakovo, Kreševo i Fojnica). Nešto ga imade u Zagrebačkoj okolici (Mikulići, Bačun), u Samoborskoj gori (Rude) i u Trgovskoj gori.

Iz malahita režu različite predmete. Tankim pločama malahita obloče se razni drugi predmeti. Malahit, koji pokriva starinski bakar, zove se patina. Malahitu je po sastavu nalik

Azurit[2]), samo što je azurit modre boje i svijetlo modra crta. Upotrebljava se zajedno s malahitom za vađenje bakra.

Halkopirit ili bakarna pakovina, $CuS\ FeS$. Ledi se u tetragonskim piramidama, često se pojavljuje u četveroplošnim klinastim oblicima, obično je pak gromadasta. Boje je žute kao mjed, a često je šareno nahukana. Crna je crta, tvrdoće = 4, nožem se lako para za razliku od pirita (pokus). Žarimo li zrno halkopirita u kušalici, razbuktavat će se, a ispušta sumpor (pokus).

U Hrvatskoj nalaze bakarnu pakovinu kod Bešlinca i u Samoborskoj gori kod Rudâ, u Bosni kod Sinjakova i Sanskog mosta, u Banatu kod Oravice.

Bakarna je pakovina najraširenija i najvažnija bakarna ruda.

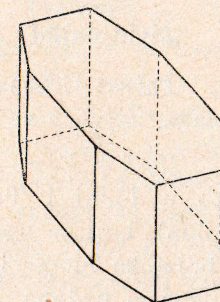
[1]) Od grčke riječi malache = sljez.
[2]) Azur = modra boja neba.

Bakarni sulfat ili **modra galica**, $CuSO_4 + 5\ H_2O$.

Pokusi: a) Uronimo li u rastopinu modre galice čelični nož (ili koji drugi željezni predmet), pokrit će se bakarnom kožicom.

b) Modra galica bojadiše plamen zeleno. Grijemo li modru galicu, izbijeljet će, jer gubi kristalnu vodu. Ta bijela tvar željno privlači vodu, pa se i od namanje količine vode oboji opet modro. Na tome svojstvu modre galice osniva se pokus, da li je u žesti još vode.

c) Uronimo li bakar, bakarnu leguru, ili koju bakarnu sô u amonijačnu vodu, postat će tamno modra tekućina. Tim pokusom lako dokazujemo bakar i njegove spojeve.


Sl. 78.

Poučak: U prirodi se nalazi modra galica rastopljena u tako zvanim cementnim vodama, koje izviru na mjestima, gdje je postala modra galica oksidacijom takvih ruda, u kojima ima bakra i sumpora. Ona se ledi u triklinskim lecima modre boje (Sl. 78.). U vodi se lako topi. Stezljiva je i osobita, ijetka ukusa. Upotrebljava se u galvanoplastici; od nje se proizvode mnogi drugi spojevi bakra i sam elektrolitni bakar. Gospodari škrope njom žito, koje je određeno za sjeme, a zajedno s vapnom služi za škropljenje loze protiv peronospore

§ 44. Živa i njezini spojevi.

Hg[1]) = 200.

Samorodna se ***živa*** nalazi u prirodi obično u kapljicama ili kuglicama, koje sjede na rumenici i drugim živinim rudačama. S rumenicom zajedno nalazi se u Idriji i Almadenu, a manje kod (Tršća) Čabra u Hrvatskoj.

Pokusi: a) Kuglice od željeza i od mramora plivaju na živi.

b) Nataremo li kalajni listić (staniol) živom, tvorit će ona s kositerom amalgam.

[1]) Hydrargyros = tekuće srebro.

Poučak: Živa je tekuća kovina gustoće 14·6, sčvrsne se kod -40^0 C, rastapa mnoge kovine i tvori s njima legure — amalgame. Na uzduhu je veoma stalna, pa čini prijelaz od prostih kovina na drage. Živine su pare i živini spojevi otrovni.

Živin sulfid, HgS.

Pokus: U kušalici grijemo smjesu od rumenice i željeznoga praška. Živa će se izlučiti, a stvorit će se željezni sulfid.

$HgS + Fe = Hg + FeS$. Živin sulfid proizvodi se na veliko u Idriji i Trstu kao prašak krasno crvene boje (vermillon), koji se upotrebljava kao slikarska i štamparska boja, a bojadišu njome i pečatni vosak. Ta se boja ne promijeni ni utjecajem uzduha, a ni utjecajem svjetlosti za razliku od sličnih organskih boja. U prirodi se nalazi živin sulfid kao:

Cinabarit ili rumenica. Tu rudaču ubrajamo u blistavce. Ledi se u sitnim providnim romboedrima alemova sjaja. Obično je rumenica kompaktna ili u drugim rudama uprskana. Boje je crvene, tvrdoće kao kamena sô, na porcelanskoj ploči otrta ostavlja svijetlo crveni trag (pokus).

Rumenicu nalazimo u Hrvatskoj kod Čabra (Tršće), u Kranjskoj (Idrija), u Španjolskoj (Almaden), u Bosni kod Kreševa (Zec, Pogorelica, Inač), u Srbiji kod Ripnja (Avala), na Uralu i drugdje. Iz nje se proizvodi živa.

Vježba: Izračunajte % žive i sumpora u rumenici.

Živin oksid, HgO ili živin pepeo raspada se žarenjem na živu i kisik (vidi § 6. i 7.). Dobiva se kao crven kristalast prašak, zagrijavanjem žive do blizu vrelišta na uzduhu ili u kisiku (crveni precipitat). Taložeći pak rastopinu živina klorida s lužinom odvaja se taj oksid kao amorfni žuti prašak (pokus).

Živin klorid ili **sublimat,** $HgCl_2$ dobiva se rastapanjem žive u zlatotopki. Tvori bijelu prozračnu kristalastu masu, koja se u vodi, alkoholu i etiru rastapa i vanredno antiseptički djeluje. To je najotrovniji živin spoj.

C. Teške, drage kovine, njihovi spojevi i rudače.

§ 45. Srebro, zlato i platina.

$Ag = 107{\cdot}93$, $Au = 197{\cdot}2$, $Pt = 194{\cdot}8$.

Srebro[1] = Ag je najbjelja i najsjajnija kovina, gustoće 10·5, mekša od bakra a tvrđa od zlata; veoma je razvlačivo i kovko; tali se kod 950° C.

Zlato[2] = Au je kovina krasno žute boje, gustoće 19·3, veoma je meka, pa vanredno kovka i razvlačiva, više nego koja druga kovina; tali se kod 1200° C.

Platina[3] = Pt je sjajna sivkastobijela kovina, gustoće 21·5, tvrđa je od srebra, a mekša od bakra, vrlo kovka i razvlačiva, tali se kod 1775° C. Spužvasta platina (siva šupljikava tvar) i sitna platina (crni prašak) kondenziraju oko svoje površine kisik i ozoniziraju ga djelomice. Zato se pod utjecajem takve platine zapali vodik i praskavi plin. Od platine se prave kotlovi, kemijske sprave, lim i žica.

Srebro i zlato su sami za se odveć meke kovine, pa bi se predmeti od čista srebra ili zlata brzo istrošili. Zato se legira srebro s bakrom, a zlato ili s bakrom ili sa srebrom.

Kod nas su zakonom dopuštena ova 4 broja: U jednom *kg* legure ima kod br.

I. 950 *g*	II. 900 *g*	I. 920 *g*	II. 840 *g*
III. 800 *g*	IV. 750 *g*	III. 750 *g*	IV. 580 *g*
srebra.		zlata.	

Srebro je u prirodi rijetko kada uleđeno (u kockama ili osmercima), nego se obično pojavljuje u obliku vlasatih, žicastih i grmolikih nakupina, i u ljušticama i zrncima, u kojima su kocke malo kada očuvane. Boje je bijele; u atmosferi, u kojoj ima sumporovodika, potamni i pocrni, jer prelazi na površini u sulfid.

U staro su doba Feničani dobivali srebro iz Španije, a Grci iz Lauriona. Već u srednjem vijeku dobivalo se srebro kod Přibrama u Češkoj, Schneeberga i Joachimstala u Rudogorju, Freiberga u Saskoj i kod Šćavnice u Ugarskoj. Poslije

[1] latinski argentum = srebro.
[2] latinski aurum = zlato.
[3] platinja = srebru slična.

otkrića Amerike dobivalo se najviše srebra iz Mehika, Kalifornije, Perua i Čile. U Kongsbergu (Norveška) nađen je godine 1834. balvan srebra, težak 350 kg a god. 1896. u Alpersu (U. S.) 1600 kg teški balvan.

Vježba: Istaknite ostale osobine srebra.

Zlato je kao i srebro rijetko jasno uleđeno; češće se nalazi u obliku žicâ ili plosnatih nakupina, koje su urasle ili uprskane u kremen i drugo kamenje (gorsko zlato); ili se pak nalazi u obliku grumenja i zrnja, pa u ljušticama i listićima u naplovljenoj zemlji, koja se trošenjem i odnošenjem tvorila od zlatonosnoga kamenja.

Paramo li zlato nožem, ne ćemo ostrugati prašak, nego suvislu gipku žicu (blanjavinu), koja se katkada raspada na pojedine ljuštice. Zlato je dakle podatno, a ne krhko. Samorodno zlato pripada među najraširenije kovine na zemlji, ali se obično nalazi u tako neznatnim množinama, da se vađenje ne isplati.

Zlatom najobilatije zemlje jesu: Australija s novim Seelandom, Amerika (Kalifornija) i azijska Rusija (Aljaška). U Evropi dobivaju najviše zlata iz Sedmogradske (Vöröspatak, Nagyag, Offenbanya), iz Ugarske (Šćavnica, Kremnica). Kod Bakovića (Fojnica) u Bosni nalaze se naslage zlatonosne željezne pakovine, iz koje su u posljednje vrijeme zlato i vadili. Glasovita ispirališta zlata nalaze se u Kanadi, Kaliforniji i u Australiji[1]) na Uralu, u Sibiriji i na Altaju. U Evropi se ispire zlato u Sedmogradskoj (Olahpian), iz Rajne i iz Dunava. U Hrvatskoj ima nešto malo naplovljena zlata kod Velike, Kutjeva, Šagovine, Cernika i ponešto u Dravi. U Bosni su ispirali zlato u Lašvi, Vrbasu, a kopali u Vratnici planini, Rosinju i Zlatnom potoku.

Pitanje: Koja smo svojstva zlata upoznali već prije?

Platina se ledi teseralno, ali se ledaca rijetko nalazi. Obično se pojavljuje uz zlato u naplovljenoj zemlji u zrncima, koja su po boji i sjaju slična srebru.

Platinu su našli ponajprije u rijeci Pinto (Nova Granada) pri ispiranju zlata, a g. 1882. na Uralu (Nižni Tagilsk i Bisersk), gdje se sada u opće najviše platine ispira.

Vježba. Ponovite sva svojstva platine.

[1]) U N. S. Walesu 290 kg. teški valutak zlata.

Srebrni nitrat ili paklenac (lapis infernalis), $AgNO_3$.

Dobiva se rastapanjem srebra u razblaženoj dušičnoj kiselini. Upotrebljava se za ispaljivanje ranâ, za posrebrivanje, u fotografiji i kao kemijska tinta.

Srebrni klorid, bromid i **jodid,** $AgCl$, $AgBr$, AgJ.

Pokusi: a) Pomiješamo li rastopinu srebrna nitrata s kiselinom solnom ili kuhinjskom soli, taložit će se bijel sirast talog $AgCl$. Slično se proizvode srebrni bromid i jodid taloženjem nitrata s KBr, odnosno KJ.

b) Položimo li srebrnim kloridom promočen papir u knjigu tako, da jedan dio papira iz knjige proviruje, opazit ćemo, da klorid postaje ljubičast, posmeđi, a napokon pocrni pod utjecajem svjetlosti. Klorid, bromid i jodid srebra rastvaraju se na svijetlosti, a na tome se svojstvu temelji njihova poraba u fotografiji.

Srebrni sulfid, Ag_2S.

Pokus: Držimo li srebrn novac ili papir, koji je zamočen bio u srebrni nitrat, iznad grla bočice, u kojoj ima sumporovodične vode, brzo će požutjeti i pocrnjeti novac i papir od nastaloga srebrna sulfida. U prirodi se nalazi Ag_2S kao srebrni sjajnik ili sam za se, ili je primiješan olovnome sjajniku, s kojim je izomorfan.

Argentit ili **srebrni sjajnik,** Ag_2S crno sive je boje. Od ostalih se sjajnika lako razlikuje time, što je veoma podatan (može se rezati kao olovo). Ima ga u Příbramu (Češkoj), u Šćavnici i Kremnici (Ugarskoj) i u Češkosaskom rudogorju.

Zlatni klorid, $AuCl_3$ jest smeđe crven; proizvodi se rastapanjem zlata u zlatotopki (t. j. u smjesi od 3 $HCl + HNO_3$). Upotrebljava se za pozlaćivanje, u fotografiji i dr.

Platinski klorid, $PtCl_4$ je žuto smeđ, postaje rastapanjem platine u vrućoj zlatotopki.

Vježba. Isporedite međusobno srebro, zlato i platinu.

§ 56. Dobivanje kovina uveliko (metalurgija).

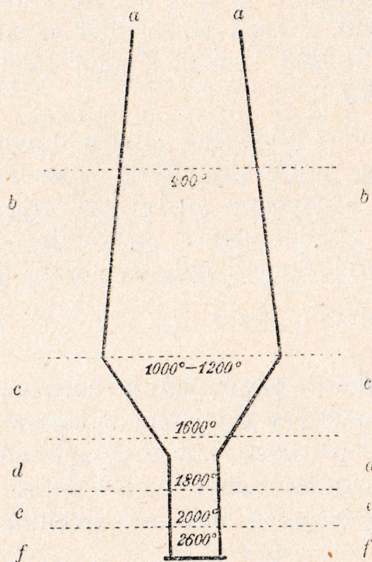
Ponavljanje: 1. Sjetite se § 12. o rastvorbi i redukciji.
2. Navedite pokuse, pri kojima smo dobili olova, bakra i žive.

*

Željezo dobivamo obično iz crvene željezne rudače, magnetovca, ociljevca i gnjede željezne rudače.

Pitanje. Recite (po § 40.), kakav je kemijski sastav tih željeznih rudača?

Sirovo željezo proizvodi se u visokoj peći (Sl. 79.) redukcijom prženih željeznih rudača s pomoću usijana ugljena. Kroz jake se duhaljke tjera kod *e e* u visoku peć ugrijani stisnuti uzduh, a odozgo (na zjalu) se sipa u peć izmjenice gorivo (koks ili drveni ugljen) i rudača, koja je izmiješana s kremenastim i vapnenastim talioničkim primjesama. Nasute se vrste u peći sliježu sve na niže toliko, koliko ugljena poradi uduvana uzduha sagori i koliko rastaljena željeza i drozge isteče. Ispražnjeni se prostor nadopunjuje odozgo novim slojevima rudače i goriva.



Sl. 79.

Kemijski proces, koji se zbiva u visokoj peći, jest ovaj:

1. U pojasu između *e—f* (u stalku) sagori ugljik (gorivo) pred duhaljkama savršeno: $C + O_2 = CO_2$.

2. Penjući se u vis udara CO_2 u pojasu *e—c* na usijani ugljen i prelazi u ugljični oksid: $CO_2 + C = 2\ CO$.

3. U pojasu *b—c* reducira ugljični oksid željeznu rudaču na metalno željezo, a sam prelazi opet u ugljični dioksid: $Fe_2\ O_3 + 3\ CO = Fe_2 + 3\ CO_2$.

4. Izlučeno čisto željezo prima silazeći u pojas *c—d* ugljika i kremika i pretvori se time u sirovo željezo, koje se u žari od 1600°—1800° C *(d—e)* lako tali.

5. Napokon se u istom pojasu *d—e* stale sve ostale rudne i talioničke primjese u zguru (drozgu), koja obavije i čuva rastaljeno željezo od oksidacije. Sirovo se željezo napušta od vremena do vremena u pješčane kalupe, u kojima ohladi, a zgura, koja se iznad njega skupila, ispušta se u vodu.

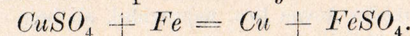
Kovko željezo nastaje iz sirova željeza oduzimajući mu najveći dio ugljika i sav silicij (sumpor i fosfor). Taj se proces izvodi taljenjem sirova željeza uz pristup uzduha.

Čelik ili ocal pravi se iz sirova željeza po Bessemerovu postupku tako, da se kroz rastaljeno sirovo željezo, koje se nalazi u kruškolikom konverteru, protjera veoma stlačena struja uzduha. Tim se spale iz sirova željeza sve primjese, a ugljik se naknadno opet dodaje ili kao koks ili u obliku bijeloga sirovoga željeza.

Kalaj ili kositer dobiva se redukcijom kositrene rudače s ugljenom. $Sn\ O_2 + C = Sn + CO_2$.

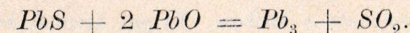
Tutija ili cinak dobiva se iz tutijina blistavca (ali i tutijevca) prženjem i redukcijom: $Zn\ S + 3\ O = ZnO + SO_2$; $ZnCO_3 = ZnO + CO_2$ i napokon $Zn\ O + C = Zn + CO$.

Mjed ili bakar proizvodi se iz malahita prženjem i redukcijom s ugljenom; a iz bakarne pakovine prženjem i taljenjem s kremenim primjesinama, a zatim redukcijom s ugljenom. Iz cementnih voda, u kojima je rastopljen $CuSO_4$, izlučuje se bakar elektrolizom ili s pomoću željeza:



$$CuSO_4 + Fe = Cu + FeSO_4.$$

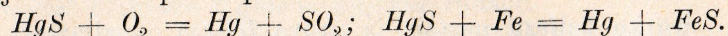
Olovo se dobiva ponajviše iz olovnoga sjajnika (Koruška, Češka). Prženjem u otvorenim pećima prelazi jedan dio olovnoga sulfida u oksid, kad se pak peć usijala, izlučuje se djelovanjem oksida na sulfid olovo: $PbS + O_3 = PbO + SO_2$;



$$PbS + 2\ PbO = Pb_3 + SO_2.$$

Srebro se dobiva iz srebronosne olovice. To je olovni sjajnik, u kojemu je ponešto srebrnoga sulfida. Olovica se tali s usitnjenim željezom. Tim se izlučuje olovo, a s njim i srebro, dok se željezo spaja sa sumporom olovice: $Pb\ S + Fe = Pb + FeS$. Takovo izlučivanje zove se u metalurgiji precipitacija. Srebrovito se olovo tali; olovo se pretvara vrućom strujom uzduha u PbO, koji se kao olovna gleđa sakuplja i ukloni, dok srebro preostane. Ta se radnja zove kupelacija. (Příbram, Freiberg.)

Živa se dobiva iz rumenice, koja se ili sama zase ili sa željezom ili vapnom prži:



$$HgS + O_2 = Hg + SO_2; \quad HgS + Fe = Hg + FeS.$$

Pitanje: Kod kojih smo pokusa izlučili živu?

Lake kovine izlučuju se iz svojih rastaljenih spojeva elektrolizom (ili pomoću kalija i natrija).

§ 47. Sustavni pregled rudâ.

I. **Počela** (elementi).

a) Nekovna su počela: ugljik (dijamant, grafit), sumpor i arsen.

b) Kovinska su počela: željezo, antimon, bakar, živa, srebro, zlato i platina.

Kovinski elementi, koji se u prirodi nalaze samorodni, obično su malene tvrdoće, a velike gustoće, neprovidni, kovinske boje, kovna sjaja, ponajviše su duktilni.

II. **Sulfidi** ili sumporne rudače spojevi su teških kovina sa sumporom. Po fizikalnim svojstvima dijele se na pakovine, sjajnike i blistavce:

a) Pakovine jesu: željezna pakovina (pirit), markazit, bakarna pakovina (halkopirit), arsena pakovina i nikaljna pakovina.

Pakovine su rude kovna lica; slične su kovinama po boji, sjaju i neprovidnosti, ali se razlikuju od njih po kemijskom sastavu i time, što su krte i tvrde, pa što imaju crn crt.

b) Sjajnici jesu: olovni sjajnik (galenit), srebrni sjajnik (argentit), antimoni sjajnik (antimonit).

Sjajnici su također kovna lica, neprovidni, ali boje obično sive, maleńe tvrdoće i velike gustoće.

c) Blistavci jesu: Cinčani blistavac (sfalerit), rumenica (cinabarit) i arseni blistavci (realgar i auripigmenat).

Blistavci su providne rude nekovna lica, leci kazuju alemov sjaj; crt je svjetliji od boje komada.

III. **Oksidi** su spojevi elemenata s kisikom. Na pr.: kremen, korund, magnetovac (magnetit), crvena željezna rudača (hematit), kositrena rudača (kasiterit), manganska rudača (piroluzit) i kuprit.

IV. **Hidroksidi** jesu: Opal, gnjeda željezna rudača (limonit).

V. **Haloidi** su spojevi kovinâ s halogenim elementima (fluor, klor, brom i jod): Slankamen, silvin, talac (fluorit).

VI. **Oksisoli:**

1. Karbonati (soli ugljične kiseline) jesu:

Soda, vapnenac (kalcit), dolomit, magnezit, ociljevac (siderit), tutijevac, bijeli olovnjak (cerusit), malahit i azurit.

2. Sulfati (soli sumporne kiseline) jesu:

Gorka sô, sadra, anhidrit, barit, stipsa i modra galica.

3. Borat (sô borne kiseline) je borač.

4. Nitrat (sô dušične kiseline) je čilenska salitra.

5. Fosfat jeste: Apatit i fosforit.

6. Silikati jesu:

1. Hrpa granata: Granat i pirop, topaz i turmalin.

2. Hrpa tinjca: Kalijski ili svijetli tinjac (muskovit) i magnezijski ili tamni tinjac (biotit).

3. Hrpa masnika: milovka, stiva, serpentin i glina.

4. Hrpa amfibola: Augit i amfibol.

5. Hrpa berila: Beril.

6. Hrpa glinenaca: Ortoklas i plagioklas (labradorit).

VII. **Ugljevlje:**

Vježbe:

1. Imenujte one vrste ugljena, koje se vade iz zemlje?

2. Koje su vam umjetne vrste ugljena poznate?

V. Najvažniji organski spojevi.

Općena svojstva organskih spojeva.

Obavijest: Onaj dio kemije, koji se bavi spojevima ugljika, zove se organska kemija, a spojevi ugljika zovu se prema tome organski spojevi. Ime „organski spojevi" potječe iz doba, kada se mislilo, da ti spojevi mogu postati jedino životnim procesom organizama, a posredovanjem tako zvane životne sile.

Kasnije pak uspjelo je proizvoditi umjetnim načinom mnoge takve spojeve, za koje se držalo, da mogu postati samo u živu organizmu. Iz toga slijedi, da za tvorbu organskih spojeva ne treba pretpostave posebne životne sile, već da u organskoj i anorganskoj prirodi vladaju jednake kemijske sile, pa da se organski spojevi tvore po onim istim pravilima, koja vrijede za anorganske spojeve.

Poučci: 1. Ugljikovi ili organski spojevi nalaze se u prirodi gotovi ili se proizvode od prirodnih spojeva, a mnogi i sintezom.

U prirodi postaju organski spojevi poglavito u biljkama. Biljke naime stvaraju iz ugljičnoga dioksida, vode i amonijaka utjecajem sunčane svjetlosti svejednako najrazličitije organske spojeve.

2. U organskim spojevima ima osim ugljika još i vodika, kisika i dušika, rjeđe sumpora (fosfora i drugih elemenata).

3. Organski su spojevi ponajviše krute, uleđene i amorfne tvari, no mnogi su tekući, a razmjerno malo ih imade, koji bi bili kod obične temperature plinoviti. Svi ti spojevi mogu izgorjeti i rastvore se, ako se ugriju bez pristupa zraka iznad svoga vrelišta. Mnogi se pače ne mogu ni staliti, niti mogu ishlapiti, a da se ne rastvore. Tom rastvorbom postaju uvijek plinoviti i hlapljivi tekući proizvodi, a zaostaje ugljen (suha destilacija).

§ 48. Kameno ili mineralno ulje.

(Ozokerit i asfalt.)

Iskustvo i pokusi: a) U dvije kušalice nalijemo vode, onda u jednu nešto sirova, a u drugu rafinirana petroleja. Sirovi petrolej zapalit će se brzo s pomoću šibice, koja gori, dok se valjano očišćeni petrolej ne će zapaliti.

b) Pokrijemo li kušalicu, u kojoj gori petrolej, poklopcem ili daščicom, ugasnut će za-čas.

c) U stakleni valjak kapnemo nekoliko kapi sirova petroleja, začepimo valjak i miješamo sadržaj. Približimo li iza nekoga vremena očepljenomu valjku šibicu, koja gori, zapalit će se smjesa petrolejskih para i zraka i prasnut će slično, kao kad se zapali praskavi plin. Valj se orosi vodenim kapljicama. Nalijemo li u valj vode vapnenice, pomutit će se.

d) Odredimo pokusom, kako se imade petrolejska lampa zapaliti, kako utrnuti, imajući kod toga na umu, da se zbog neopreznoga trnjenja petroleja događaju mnoge nesreće.

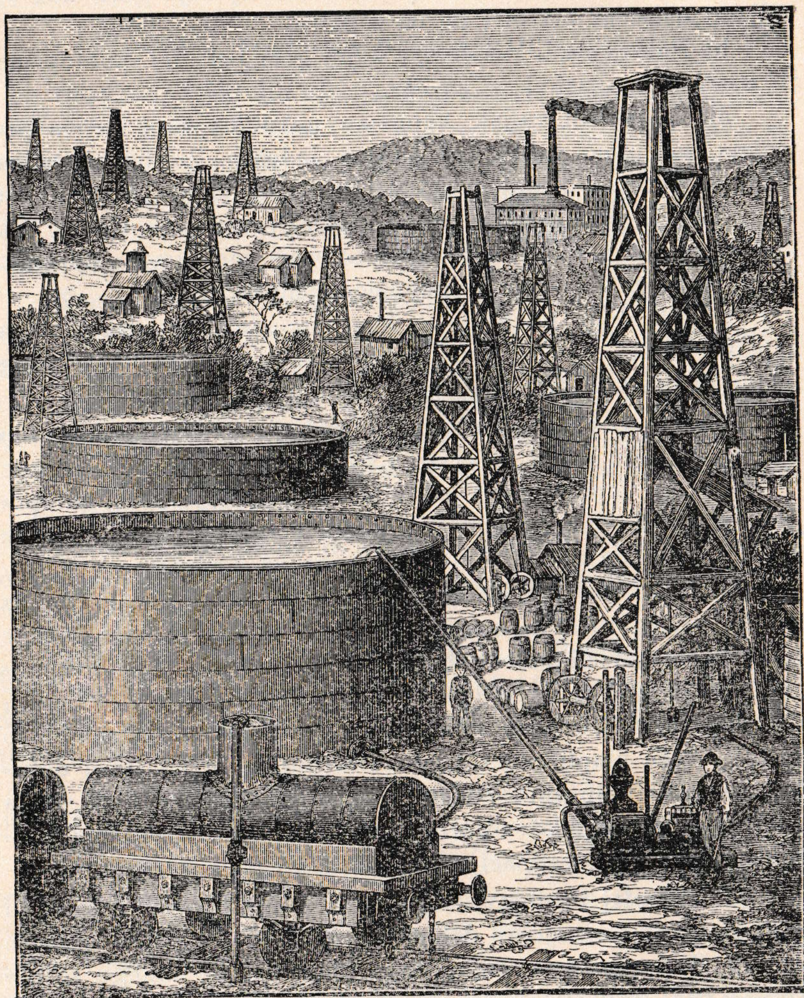
Poučci: 1. Izgaranjem petroleja uz dovoljan pristup uzduha nastaju samo ugljični dioksid i voda.

Iz toga možemo zaključiti, da se petrolej sastoji od spojeva, u kojima imade samo ugljika i vodika. Spojevi, koji se sastoje samo od ugljika i vodika, zovu se ugljikovodici.

2. Kako sirovi petrolej ili **mineralno ulje** (nafta) iz zemlje izlazi, više ili manje je gusta uljasta tekućina žute (oleum petrae) ili smeđe boje (gorski katran) i osobita mirisa. To je smjesa od plinovitih i lako hlapljivih tekućih ugljikovodika (koji su razlogom, da se sirovi petrolej lako upali) s teže hlapljivim tekućim i rastopljenim krutim ugljikovodicima (koji opet čine, da se sirovi petrolej dimi, kada gori). Svi oni ugljikovodici, koji petrolej čine opasnim i dimljivim, moraju se rafinacijom odlučiti.

3. **Petrolej** ispunjava šupljine u zemlji, izvire ili sam, ili se bušenjem (vrtanjem) dolazi do njega. Petrolejem najviše obiluje Sjeverna Amerika (Pensilvanija, Ohio), mnogo se petroleja vadi kod Bakua (na Kaspijskom jezeru); u našoj monarhiji imade petroleja u većoj množini u Galiciji (Borislav, Drohobic), u Hrvatskoj (u Petrovu selu, Mikleuški, Baćin dolu, Koprivnici) (Sl. 80.).

4. Sirovi se petrolej rafinira ovako: Ponajprije se podvrgne frakcioniranoj destilaciji, kojom se dobivaju a) lakše hlapljivi ugljikovodici s vrelištem do 150° C; b) teže hlapljici ugljikovodici s vrelištem 150–300° C; c) zaostaci, kojima je vrelište iznad 300° C.



Sl. 80.

Prva frakcija (laka ulja, sirovi benzin) čisti se sumpornom kiselinom i natrijskim lugom, pa se frakcioniranom destilacijom dalje rastavlja na petrolejski etir, benzin, ligroin, gazolin i t. d. Ti destilati služe poglavito kao rastapala, ali već i za loženje i rasvjetu (benzin-motori, gazolin-svjetiljke).

Druga frakcija s vrelištem do 300° C čisti se sumpornom kiselinom, opere vodom, pomiješa s natrijskim lugom i opere opet vodom, a napokon destilira. Tako dobivena tekućina je **rafinirani petrolej,** koji se upotrebljava za rasvjetu (i loženje). On je bistar, ali fluorescira nešto na modro. Kod obične se temperature bez stijenja ne može zapaliti.

Iz treće frakcije t. j. iz petrolejskih ostataka dobiva se destilacijom (s pomoću preusijane vodene pare i uz umanjeni pritisak uzduha) uljasta tekućina, iz koje se ohlađivanjem izlučuje čvrst parafin, bijel kristaličan, masna opipa, a zaostaju strojarska ulja (za mazanje strojeva). Ako se pak ti zaostaci ne destiliraju, nego očiste sumpornom kiselinom i procijede kroz spodij (da izbijele), onda prelaze u meku tvar pod imenom vazelin, koji služi za mazanje i za ljekovite masti.

5. U prirodi se nalazi parafinu slična tvar pod imenom **ozokerit** (u Galiciji). Ako se ozokerit očisti i izbijeli, upotrebljava se kao umjetni vosak ili ceresin za iste svrhe, kao i pčelinji vosak.

6. **Asfalt** ili zemna smola prirodni je zaostatak mineralnog ulja kao i ozokerit, ali je oksidacijom ponešto promijenjen. Ima ga u Siriji, Švajcarskoj i u Dalmaciji na mnogim mjestima (Vragovac, Čiovo, dolina Zrmanje, otok Brač).

§ 49. Najvažniji ugljikovodici.

Ponavljanje: Kao sastavine rasvjetnoga plina poznati su nam: laki ugljikovodik ili metan CH_4, teški ugljikovodik ili etilen C_2H_4 i acetilen C_2H_2. Ti su ugljikovodici ujedno prvi članovi čitavih nizova ugljikovodičnih. Dalji članovi niza metana i etilena nalaze se i u sirovom petroleju.

CH_4 = metan		
C_2H_6 = etan	C_2H_4 = etilen	C_2H_2 = acetilen
C_3H_8 = propan	C_3H_6 = propilen	C_3H_4 = alilen
C_4H_{10} = butan	C_4H_8 = butilen	.
C_nH_{2n+2}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n-2}

Prva su četiri člana prvoga niza plinovi, srednji su članovi tekućine, najviši su krute tvari. U američkom sirovom

petroleju prevlađuju ugljikovodici 1. reda, a u kavkaskom petroleju ugljikovodici 2. reda.

U rafiniranom petroleju nalaze se ugljikovodici od 10. do 16. člana obaju redova. Osim tih ugljikovodika, koji sačinjavaju rasvjetni plin i petrolej, poznajemo još mnoge druge, a između njih najviše nas zanimaju ugljikovodici, koje dobivamo iz katrana kamenoga ugljena. To su na pr. benzol C_6H_6, toluol C_7H_8, naftalin $C_{10}H_8$, antracen $C_{14}H_{10}$ i dr.

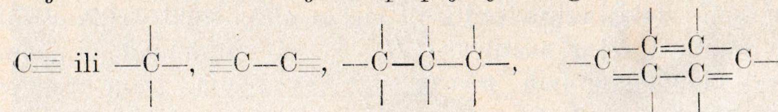
Obavijest: U organskoj kemiji smatramo ugljikovodike temeljnim spojevima, a od njih izvodimo sve druge spojeve. Tako možemo reći, da se svi organski spojevi najzad izvode ili od metana CH_4 ili od benzola C_6H_6. Prema tome zvat ćemo prvi niz spojeva derivatima metana, ili praktično: masnim spojevima (po mastima, koje ovamo pripadaju), dok se drugi niz spojeva zove: derivati benzola ili aromatički spojevi

Vježba: Napišite formule onih ugljikovodika, što se nalaze u petroleju.

§ 50. **Kako se tumači mnoštvo, a kako kemijski sastav organskih spojeva?**

Poučci: 1. Organskih spojeva imade veoma mnogo. Glavni je uzrok toj velikoj množini, što se atomi ugljika lakše nego atomi ma kojega drugoga elementa međusobno spajaju. Tako nastaju nizovi s jednim, dva, tri i više ugljičnih atoma, dakle i spojevi s jednim i više atoma ugljika u molekulu.

Kako iz formule metana (CH_4) vidimo, ponaša se ugljik obično kao četverovaljani elemenat. Imade li u molekulu spoja više atomâ ugljika, to se oni među sobom vežu, ali još uvijek ostaje slobodnih valencija za pripojenje drugih elemenata:



U lancu od 2 ugljika ostaje najviše 6, u lancu od 3 ugljika 8 spojnih jedinica. Otvoreni lanac n atoma ugljika raspolaže najviše s $2n + 2$ slobodne spojne jedinice. Zatvorenom lancu od 6 ugljika ostane samo 6 slobodnih valencija.

2. Izravnaju li se slobodne valencije ugljičnih lanaca s atomima vodika, nastat će ugljikovodici, u gornjem slučaju CH_4, C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10} i C_nH_{2n+2} ali i C_6H_6 i t. d. Od ugljikovodikâ opet se odvode supstitucijom ili adicijom svi drugi organski spojevi.

§ 51. **Alkoholi i žesta.**

Iskustvo: Iz života nam je poznato vrenje mošta i šljiva, te vonj i ukus spirita, a znamo, da spirit gori i bez stijenja.

Pokusi: a) Istražujemo jaki spirit i razvodnjeni spirit s pomoću alkoholometra po Trallesu. Stupnji kazuju broj litara alkohola u *hl* spirita.

b) Ugrijemo li u kušalici polagano sa spiritom nešto šelaka, nastat će rastopina — politura; iz kumina i cimeta vadi se spiritom etirsko ulje; mnoge se boje rastapaju u spiritu.

Poučci: 1. **Žesta** ili vinovica C_2H_6O etilni alkohol ili obični alkohol jest tekućina bez boje, ugodna, ali omamljiva mirisa, žestoka ukusa, gust. 0·794 (15°C), kipi kod 78°C, ishlapljuje lakše od vode. Dobiva se vrenjem tekućinâ, u kojima imade šećera, i destilacijom alkoholovitih tekućina, koje su postale vrenjem. Vrenjem se šećer raspada na alkohol i ugljičnu kiselinu.

2. Alkohol je dobro rastapalo za masti, etirska ulja, smole i boje. U alkoholnom piću (spirituozama) žesta je razvodnjena; ona je razlog, da takova pića uzrujavaju i omamljuju. Sam čisti alkohol žestok je otrov. U spiritu ima 75—90%, u apsolutnom alkoholu 96—100% C_2H_6O. Žesta, koja se ne upotrebljava za pića, denaturira se, t. j. primiješaju joj se takove tvari, koje sprečavaju njenu upotrebu kao piće. Takav denaturirani spirit služi na pr. kao gorivo i ne plaća poreza.

3. Žesti su slični još neki organski spojevi, koji se zajedničkim imenom zovu alkoholi. Među njima su važniji: **metilni alkohol** ili drveni spirit, CH_4O, koji se dobiva kod suhe destilacije drva i koji je po svojim svojstvima žesti ponajviše sličan, pa se za slične svrhe i upotrebljava, samo se za žestoka pića zbog svoje otrovnosti i duhe ne može i ne smije uzeti. Butilni alkohol, $C_4H_{10}O$ i **amilni alkohol**, $C_5H_{12}O$ primiješani su sirovome spiritu i podaju mu oduran miris i oštar ukus. Kod rektificiranja spirita uklone se oni kao patoka. U vorvanu ima cetilnoga alkohola $C_{16}H_{34}O$, a u pče-

linjem vosku miricilnog alkohola, $C_{30}H_{62}O$; obadva ta alkohola jesu krutine, a u spomenutim su prirodninama spojeni s kiselinama u tako zvane estire.

4. ***Alkohole*** odvodimo od ugljikovodika izmjenom atoma vodika s hidroksilnim skupinama *(OH)*. Iz etana C_2H_6 tako postaje $C_2H_5OH = C_2H_6O$ etilni alkohol, a iz metana CH_4 postaje metilni alkohol CH_4O.

5. **Glicerin,** $C_3H_5(OH)_3 = C_3H_8O_3$ pripada također u alkohole. On se dobiva rastvorbom masti s kovinskim hidroksidima ili pregrijanom vodenom parom. Uzgredni je proizvod kod proizvođenja stearinskih svijeća i sapuna. Njegovom rastvorbom (na pr. kada gori) postaje akrolein C_3H_4O; ta je tvar uzrok odurnome zadahu stijenja lojenice ili pripaljene masti. Ulijevanjem glicerina u hladnu smjesu sumporne i dušične kiseline proizvodi se glicerinski nitrat $C_3H_5(NO_3)_3$, koji se u običnom životu zove nitroglicerin, a glavni je sastavni materijal dinamita. On djeluje osam puta jače od puščanoga praha.

§ 52. Etir, kloroform i klorni hidrat.

Etir, $(C_2H_5)_2O = C_4H_{10}O$.

Iskustvo i pokusi: a) Neka svojstva etira poznata su nam iz života, a neka iz fizike?

b) U kušalicu ulijemo vode, etira i alkohola i promućkamo smjesu. Opazit ćemo, da se etir s alkoholom miješa, a s vodom se ne miješa.

Poučak: 1. Etir se proizvodi destilacijom smjese žeste i sumporne kiseline. To je žitka tekućina bez boje, lakša od vode, oštra ukusa, pronicava mirisa.

Veoma lako ishlapi, već kod 35°C. Gori bijelim i svijetlim plamenom. Njegove pare, pomiješane sa uzduhom i upaljene, silno prasnu. Etir se sa žestom miješa (smjesa od 3 dijela alkohola i 1 dijela etira zove se: Hofmannove kapljice). Pare etira omamljuju i uzrokuju nesvijest.

2. ***Etiri*** se proizvode destilacijom alkoholâ sa sumpornom kiselinom. Tako postaje na pr. iz etilnoga alkohola C_2H_5OH etilni oksid $(C_2H_5)_2O$ ili obični etir.



$$2\ C_2H_6O - H_2O = C_4H_{10}O.$$

Kloroform, $CHCl_3$ — **Jodoform,** CHJ_3.

Kloroform prave destilacijom razvodnjene žeste s klornim vapnom. To je tekućina bez boje, oslatka mirisa i ukusa, a teža od vode. Udišemo li pare kloroforma, to nas tako omamljuju, da neko vrijeme ništa ne osjećamo. Zato se kloroform upotrebljava kod kirurgijskih operacija.

Jodoform je žuti prašak, osobito jaka mirisa, koji se upotrebljava za liječenje ranâ.

Klorni hidrat, $(C_2HCl_3O + H_2O)$, proizvodi se uvodeći klor u apsolutni alkohol i pretvarajući nastali tekući kloral u kristalizirajući hidrat. Klorni se hidrat upotrebljava kao sredstvo za uspavanje.

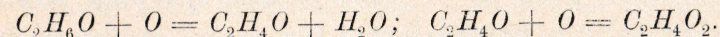
§ 53. Octena kiselina i njoj slične.

Octena kiselina, $C_2H_4O_2$.

Iskustvo i pokusi: a) Poznat nam je miris i ukus octa, a znademo i to, da se vino i pivo zakisi, ako dulje stoji otvoreno i na toplu mjestu.

b) Na stakalce od ure položimo modru lakmusovu bugačicu i pospemo je s nešto sitne platine. Na platinu kapnemo 3—4 kapi spirita. Osjetit ćemo brzo duhu sasvim različitu od duhe spirita i vidjet ćemo, da lakmus pocrveni.

Poučci: 1. Sitna platina kondenzira i prenosi kisik iz uzduha na alkohol, koji se tim oksidira na aldehid i napokon na octenu kiselinu:



$$C_2H_6O + O = C_2H_4O + H_2O; \quad C_2H_4O + O = C_2H_4O_2.$$

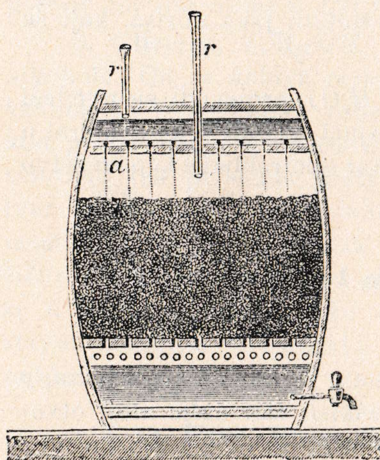
2. Sličnu promjenu proizvode s alkoholom vina, a i drugih tekućina octene gljivice (octeno ili kiselo vrenje).

Proizvođenje vinskoga i voćnoga octa osniva se na oksidaciji alkohola u octenu kiselinu s pomoću kiseloga vrenja.

3. Mnogo octene kiseline (drveni ocat) dobivaju kod suhe destilacije drva uz metilni alkohol.

4. Octena je kiselina tekućina bez boje, veoma kisela ukusa i oštra mirisa. Rastapa mnoge kovine, okside i karbonate i pretvori ih u acetate ili soli octene kiseline.

Ocat je tekućina, u kojoj imade 3—6% octene kiseline. Djeluje li ocat na bakar ili žutu mjed, postat će bakarni acetat ili mjedenka, a djeluje li ocat na olovo ili slitinu, u kojoj ima mnogo olova (na pr. kositer s olovom), postat će olovni acetat ili olovni slador.



Sl. 81.

Dodatak. Brzo ćemo proizvoditi ocat ovako: Bačve (2—3 m visoke) razdijelimo (Sl. 81.) sitasto probušenim ulošcima u 3 dijela. Srednji odio punimo do $^2/_3$ bukovom blanjavinom, koja je namočena starim octom. Zbog promaje uzduha probušene su bačve naokolo ispod visine dônjega uloška. Rupe gornjega uloška začepljene su nitima, tako da nalivena kapljevina u kojoj ne smije biti više od 15% alkohola, pane kap po kap na blanjavinu. Potrebni uzduh ulazi kroz cijev E[1].

Uvjeti uz koje alkohol brzo prelazi u ocat jesu prema tome: 1. Alkoholna kapljevina ne smije sadržati više od 15% alkohola; 2. uzduh mora nesmetano pristupiti; 3. gljivica octenog vrenja mora biti; 4. temperatura neka bude između 12° i 36° C.

Mravinja kiselina, CH_2O_2.

Iskustvo i pokusi: a) Iz života znamo, kako nas zapeče kopriva, kako nas boli ubod mravâ, osâ i pčelâ.

b) Navlažimo li brzo bolno mjesto amonijakom, sodom ili sapunom, gubit će se upala, jer smo djelovanje mravinje kiseline uklonili pretvorivši je u sô.

Poučak: 1. Mravinje kiseline imade u prirodi u mravima i u dlakama nekih gusjenica, u iglama omorike i bodljikama koprive. To je lako hlapljiva tekućina, veoma oštra mirisa i jako kisela ukusa. Kapne li na kožu, izvlačit će mjehure.

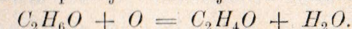
2. Octenoj su kiselini slične (osim mravinje kiseline) kiselina maslena $C_4H_8O_2$, palmitinska kiselina $C_{16}H_{32}O_2$ i stearinska kiselina $C_{18}H_{36}O_2$, koje su s glicerinom spojene u mastima, pa se iz njih izlučuju, kad masti ožgarave.

Maslena je kiselina tekućina, koja zaudara kao užeženi maslac.

Palmitinska i stearinska kiselina tvore obično bijele ljuštice; od njih se sastoje Milijeve ili stearinske svijeće.

Ponavljanje: 1. ***Aldehidi*** postaju od alkoholâ istupom od 2 atoma vodika, koji se oksidiraju na vodu.

Iz etilnoga alkohola postaje oksidacijom acetaldehid:



$$C_2H_6O + O = C_2H_4O + H_2O.$$

2. ***Kiseline*** postaju daljom oksidacijom aldehidâ.

Octena kiselina na pr. postaje iz acetaldehida:



$$C_2H_4O + O = C_2H_4O_2.$$

§ 54. Masti i sapuni.

Masti su tvari masna opipa, lakše od vode i neishlapljive, t. j. ne mogu se destilirati, a da se ne rastvore. Kod obične su temperature ili dosta čvrste (loj) ili su meke (maslac, salo) ili su tekuće (ulja). Laneno i makovo se ulje osuši na uzduhu, zato se od njih proizvode uljane boje i pokosti. Maslinovo i repičino ulje na uzduhu se ne osuše, zato se upotrebljavaju za mazanje strojeva i maštenje jelâ.

Iskustvo: Iz života znamo, da se maslo i druge masti (osobito ljeti) brzo kvare; time dobivaju neugodan miris i gadan ukus.

Pokusi: a) Od užežene masti pocrveni lakmusova bugačica, dok od svježe ne pocrveni.

b) Mućkamo li u kušalici vodu s uljem, razdijelit će se ulje u vodi i tvoriti s njome mlječastu tekućinu ili emulziju.

c) Masne mrlje vadimo etirom, petrolejem, benzinom i lugom, jer su to rastapala za masti.

d) Kipućoj vodi (u porcelanskoj zdjelici) dodajemo nešto loja. Kada se loj rastalio, dodajemo malo po malo vapnene vode. Stvara se bijela netopiva tvar (vapneni sapun), koja pliva na tekućini. Uvarimo li tekućinu, zaostat će glicerin. Dodajemo li vapnenom sapunu razrijeđene sumporne kiseline, ispast će kalcijski sulfat, a na vodi pliva bijela tvar kisele reakcije: smjesa od stearinske s palmitinskom kiselinom.

Poučak: Masti su složene od glicerina i maslene, palmitinske, stearinske i uljane kiseline. Glicerin se spaja s kiselinama u estire onako, kako se sastavljaju soli iz kiselinâ i osnovâ. U pokvarenim i žgaravim mastima nalaze se te kiseline u slobodnom stanju.

Sapuni.

Pokusi: a) Kuhamo li u kušalici komadić loja s natrijskim lugom i hladimo zatim tekućinu, postat će sapunska rastopina, iz koje se soljenjem odvoji tvrdi sapun.

b) Sapun se topi u kišnici ili destilovanoj vodi, rastopina lakmusa od njega pomodri; iz zdenčane, vodovodne ili uopće tvrde vode izlučuje talog (vapneni sapun).

Poučak: Masti se rastvaraju kalijskim ili natrijskim lugom. Time nastaju soli, koje se zovu sapuni, a izlučuje se glicerin. Takova se radnja zove sapunjenje. Natrijski je sapun tvrd, kalijski je mekan. Olovni sapun zovu melem.

§ 55. Najvažnije biljne kiseline.

Ceceljna ili oksalna kiselina, $C_2H_2O_4$.

Iskustvo i pokusi: a) Iz života znamo, da se mrlje od tinte i rđe iz tkanja vade ceceljnom soli.

Poučak: Ceceljne kiseline ima osobito u biljkama ceceljnjačama. Ona se ledi u iglaste lece, vrlo je kisela i otrovna. Upotrebljava se za vađenje mrljâ od tinte, za pisanje tkaninâ i za bijeljenje slame.

Ceceljna je sô kalijski hidroksalat HKC_2O_4.

Vinska kiselina, $C_4H_6O_6$.

Napravimo pokus sa šumnim prašcima (u bijelom zamotu imade 1·00 *g* vinske kiseline, a u modrom 1·5 *g* natrijskoga bikarbonata).

Poučak: Vinska se kiselina ledi u bistrim lecima oštro kisela ukusa. Pravi se iz sriješi ili birse. To je kiseli kalijski tartrat $KHC_4H_4O_6$, koji se pri vrenju mošta izlučuje i uhvati na stijenama vinskih bačava kao tvrda kristalična kora.

Jabučna kiselina, $C_4H_6O_5$ nalazi se u mnogom voću. **Limunske kiseline** $C_6H_8O_7$ ima u limunima. Obje su kiseline uleđene krutine kisela ukusa. Limunska kiselina zamjenjuje oksalnu kiselinu kod pisanja tkaninâ.

§ 56. Najvažnije vrste sladora.

Grožđani i voćni slador, $C_6H_{12}O_6$.

Iskustvo: Kad se suše šljive, smokve ili grožđe (rozine), izbija na površinu slatki prašak, koji se sastoji od veoma

sitnih ledaca grožđanoga sladora. Taj se isti slador izlučuje iz meda u obliku zrnaca.

Poučci: 1. ***Grožđanoga sladora*** (dekstroze) ima u soku grožđa, smokava i šljivâ, on iscvjeta na sušenu voću, a izledi se iz meda. U velike se proizvodi kuhanjem škroba s veoma razvodnjenom sumpornom kiselinom. Zato ga i zovu škrobni slador.

2. ***Voćni*** se ***slador*** nalazi uz grožđani slador u mnogom voću i u biljnim sokovima. Med je poglavito smjesa od grožđanoga i voćnoga sladora.

Tršćani slador (saharoza), **mliječni slador** (laktoza) i **maltoza,** $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Pokusi: a) Opranu sladornu repu izribamo na ribežu, a iz dobivene kaše iscjedimo sok tiskanjem. Sok reagira kiselo. Dodajemo malo vapna, da vežemo kiselinu i ugrijemo do vrelišta. Izlučuju se pahuljice od zgrušane bjelančevine. Procijeđeni sok ukuhanjem daje slatki sirup.

b) Šećer će se taliti, ako ga grijemo u kušalici ili na žlici. Izlijemo li ga na staklenu ploču, skrutnut će se u staklastu amorfnu tvar. Tako se često prave slastice (bonboni).

c) Žarimo li komadić sladora u kušalici, on posmeđi, ispušta posebni miris i pretvori se u karamel, koji se u vodi lako topi. Dobivena žuta ili smeđa tekućina više nije slatka ukusa i zove se sladorna boja.

Poučci: 1. ***Saharoza*** ili *obični slador* (šećer) nalazi se u soku sladorne trske (do 18%) i sladorne blitve (do 14%), a iz tih se biljaka poglavito i proizvodi. Slador se lako topi u vodi i tvori gust sirup, iz kojega se kristalizira u prizmama kao kandis.

Rastaljen (160° C) i naglo ohlađen slador postaje amorfan i providan. Kod više temperature tali se slador i prelazi (kod 200° C) u karamel, kojim se bojadišu jestvine, likeri, vino. Grije li se slador još jače, rastvara se ispuštajući gorive pare, a zaostaje sjajan šupljikav ugljen.

2. ***Mliječni slador*** nalazi se u mlijeku sisavaca, a dobiva se isparivanjem slatke sirutke do kristalizacije. On se

*

od svih vrsta sladora u vodi najmanje topi. Vrenjem prelazi pod utjecajem sićušnih gljivica lako u **mliječnu kiselinu** (mlijeko se ukiseli).

3. ***Maltoza*** je slador, koji se dobiva iz slada. Slad je proklijani i osušeni ječam, iz kojega se varenjem (s pomoću vode i hmelja) i vrenjem dobiva pivo.

§ 57. **Škrob i dekstrin.**

Pokusi: a) Razrežemo korûn i kapnemo na narezanu plohu razvodnjenom otopinom joda. Nastat će modra boja.

b) Tri do četiri koruna oljuštimo pa izribamo na ribežu, da se razderu pojedine stanice. Nastalu kašu gnječimo na situ uz dodavanje vode. Na situ ostane staničevina, a prolazi mlječasta kapljevina, iz koje se naskoro odluči bijeli talog — škrob.

c) Pšenično brašno zamijesimo vodom u tijesto, koje gnječimo u lanenom tkanju uz pritjecanje vode. Procijedi se mliječna kapljevina, koja na skoro ispušta bijeli talog. Sušeni se talog lako mrvi i daje fini prašak.

d) Kuhamo li škrob s vodom, nabreknut će zrnca, raspuknut će se i razdijeliti u vodi tako, da postane ponešto providna ljepljiva tekućina (lepak), koja se stisne, kad se ohladi. (Pirinač, krupica i tjestenine nabreknu, ako ih kuhamo.) Hladna se razvodnjena tekućina oboji jodom tamno modro.

e) Škrobni lepak ugrijemo na 70° C. Dodajemo li nešto rasklijana ječma, to će kapljevina naskoro postati žitka i slatka ukusa.

f) Dekstrin u kušalici polijemo vodom. On se u vodi rastapa (škrob samo nabubri) i daje ljepivu masu.

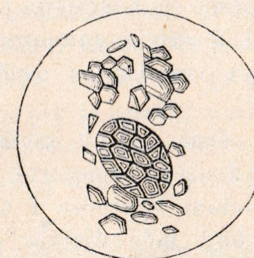
g) Jodom se rastopina dekstrina oboji crvenkasto.

Poučci: 1. ***Škrob*** se dobiva od riže, pšenice, koruna i t. d. mrveći biljevne dijelove (sjemenke, podanke, gomolje) i miješajući ih s vodom u kašu, koja se na finim sitima ispira tako, da samo škrobna zrnca i voda prolaze. Slegnuti se škrob ponovno ispere i osuši.

2. Škrob je bijel prašak bez ukusa i mirisa. Ne topi se u vodi; u vreloj vodi samo nabrekne (grah i korun nabreknu, kada se vodom kuhaju) a sa jodom se oboji tamno modro. Sitnozorom možemo pojedine vrste škroba lako razlikovati po veličini i obliku zrnaca (Vidi sl. 82. i 83.). Sago je u kuglice izvaljan škrob iz srčike Sago-paome, a patvori se korunovim škrobom.



Sl. 82.



Sl. 83.

2. ***Dekstrin*** postaje, kada se škrob grije do 200° C ili ako na škrob djeluju razvodnjene kiseline. Tu škrob prelazi ponajprije u dekstrin, a onda u škrobni slador. Dekstrin je bijel amorfan prašak, koji se u vodi topi. Imade ga u mnogim jestvinama (na pr. u kori kruha). Upotrebljava se kao ljepilo namjesto skuplje arapske gume.

3. ***Arapska guma*** iscuri iz stabla prave akacije. S vodom nabrekne i rastapa se, pa služi kao ljepilo.

Dodatak: Žvaćemo li dulje lepak od škroba, osjetit ćemo sladak ukus, jer se škrob pretvorio u slador utjecajem neke bjelančevinama slične tvari, koju zovu **ptyalin** zbog toga, što je ima u pljuvački.

U rasklijanu ječmu nalazi se **diastaza**, koja na škrob djeluje slično.

Tvari, koje mogu razložiti spojeve velikog molekula na jednostavnije spojeve malog molekula, zovu se **fermenti**. Fermenti su vrlo važni za probavu hrane. Ptyalin i diastaza jesu **fermenti**.

§ 58. **Staničevina ili celuloza,** $C_6H_{10}O_5$.

1. **Celuloza** je glavna sastojina stijenâ u mladih biljnih stanica i cijevnih snopića. U starijim stanicama i vlakancima proniknuta je celuloza i opkoljena obično drugim organskim i rudnim spojevima (drvo, lan).

2. Celuloza je glavna sastojina lišća, drva, slame, pamuka, lana i konoplje, platna i papira. Ona nam je vanredno korisna. Njom se odijevamo (lanena i pamučna tkanja), na njoj pišemo i štampamo (papir), nju jedemo (u voću, povrću, korunu i brašnu), a služi nam i za ogrjev i kao građevni materijal (drvo).

3. Celulozine promjene. Čista je celuloza najtrajniji organski spoj. Celuloza, koja je okorjela i proniknuta drugim organskim i rudnim tvarima, rastvara se. Tomu su rastvaranju (na pr. kod truhljenja drva) u prvom redu uzrokom bjelančaste tvari, s kojima je celuloza u doticaju.

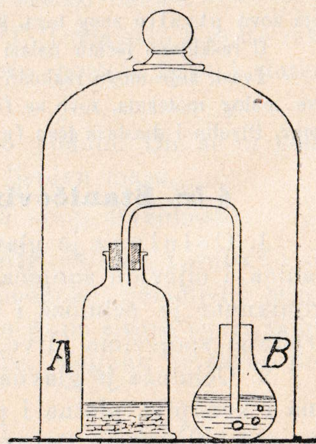
Zaronimo li nekeljeni papir na nekoliko časaka u hladnu smjesu od 2 dijela sumporne kiseline i 1 dijela vode, pa ga nakon toga isperemo i osušimo, dobit ćemo pergamentni papir.

Ako čisti pamuk močimo nekoliko časova u hladnoj smjesi od 2 dijela sumporne i 1 dijela dušične kiseline, pa ga onda s vodom operemo i osušimo, dobit ćemo praskavi pamuk, koji jače djeluje od baruta. Slično se proizvodi prah bez dima. Ostavimo li dulje vremena pamuk u toploj smjesi tih kiselina, dobit ćemo kolodijski pamuk, koji se u smjesi od alkohola i etira rastapa. Tako dobivena bistra tekućina zove se kolodij. On se upotrebljava za lijepljenje ranâ, za balone, koji se pune vodikom i u fotografiji.

§ 59. **Alkoholno vrenje i alkoholne tekućine.**

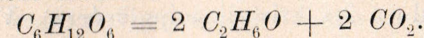
Pokus: U posudu *A* (Sl. 84.) ulijemo 10 do 15%ne rastopine grožđanog sladora i dodajemo nešto kvasca. Naskoro se izdižu iz kapljevine plinski mjehurići, koje vodimo u vodu vapnenicu, koja je u tikvici *B*. Opažamo, da se vapnenica sve jače muti i da tekućina u posudi *A* sve jače miriše po spiritu, zbog nastaloga alkoholnoga vrenja. Isto tako bi zavreo mošt ili jabučni sok, da se posebno i ne dodavaju kvasne gljivice, jer njihovih zametaka ima u zraku.

Nakon nekoliko dana procijedimo mutni sadržaj posude *A* u drugu tikvicu, začepimo je čepom, u koji je zataknuta cijev od kojih 15 cm duljine i grijemo, dok kapljevina ne počne kipjeti. Prve pare, što izlaze, lako se zapale i gore modrikastim nesvijetlim plamenom.



Sl. 84.

Pouči: 1. Vrenjem se slador raspada u glavnome na alkohol i ugljični dioksid:


$$C_6H_{12}O_6 = 2\ C_2H_6O + 2\ CO_2.$$

Za vrenje trebamo sladornu tekućinu, kvasac i temperaturu od 5—30°C.

2. Kvasac se sastoji od mikroskopskih jednostaničnih gljivica, od kojih se zameti (truske) nalaze uvijek u uzduhu. Primajući u sebe rastopinu sladora, rastvaraju ga gljivice na alkohol i ugljični dioksid. Zato, jer je glavni proizvod toga vrenja alkohol, zove se ta rastvorba sladora s pomoću kvaščevih gljivica alkoholno vrenje. Ono je temelj za priređivanje spirita, rakijâ, vina i piva.

Vino je dovreli sok grožđa. U soku zreloga grožđa (mošt, šira) imade 10—30% sladora, ½—1% birse (nešto vinske i jabučne kiseline) i mnogo (70% i više) vode. Sjemenke, ljuske i peteljke (drop, kom), sadrže treslovine, od koje će vino biti stalnije, ali i oporo. Ljuske crnoga grožđa obojene su bojom, koja se u vodi ne topi, a u alkoholu se rastapa.

Vrenjem šire prelazi slador u alkohol i ugljičnu kiselinu, kraj toga se izlučuje birsa ili sriješ, ali se rastapa i treslovina i boja ljusaka.

Zato kod priređivanja crnoga vina nikada ne lučimo iscijeđeni sok od ljusaka, nego ih ostavljamo skupa, sve dok nije svršeno glavno vrenje.

Bijelo vino možemo prirediti od svake vrste (i crnoga) grožđa, ako odmah lučimo širu od kominâ. Kod pripreme nekih vrsta bijeloga vina (iz bijeloga grožđa), ostavlja se ipak šira neko vrijeme na tropu, da vino bude stalnije, ili da poprimi posebni miris grožđa.

Vino se pije, kad je dovrelo.

Konjak se dobiva destilacijom vina

Pivo se vari iz slada, hmelja i vode.

Klijanjem i sušenjem rasklijanoga ječma postaje slad, koji se na krupno smrvi, izluži s vodom kod 70—75° C, a nastalo slatko pivo kuha se s hmeljom. Tim se sastavine hmelja (etirsko ulje, gorčina i smola) u slatkom pivu rastope. Procijeđena se tekućina hladi, spušta u badnje (u pivnice) i pomiješa s pivnim kvascem, koji uvodi žestotvorno vrenje.

Pivo se pije nedovrelo.

Spirit se proizvodi u tvornicama iz škroba (koruna, žitaricâ) sladora i melase (t. j. onoga sirupa, koji zaostaje u tvornicama sladora iza kristalizacije šećera). Vrenjem nastali spirit vadi se iz tekućine destilacijom i rektifikacijom.

Iz spirita se pravi rakija razrjeđivanjem s vodom uz neke dodatke. Voćne se rakije (šljivovica, trešnjevica, višnjevica) proizvode destilacijom dovrelih voćnih sokova.

Pivo ima 3—5%, vino 5—18%, a rakija 25—50% alkohola.

§ 60. Najvažniji cijanski spojevi.

Cijanovodik, HCN, cijanovodična kiselina.

Iskustvo i pokusi: a) Poznati su nam slatki i gorki bademi. Razlog je gorkome okusu badema i sjemenaka drugoga jezgričava voća bademova gorčina ili amigdalin.

b) Dva, tri oluplјena slatka badema smrvimo, miješamo s vodom i procijedimo tekućinu kroz platno. Nastala je mlječasta tekućina, koju zovemo bademovim mlijekom. Slatkoga je ukusa, ali bez mirisa. Miješamo li sada nekoliko samlivenih gorkih bademova s vodom, osjetit ćemo odmah osobiti miris.

Poučci: 1. Amigdalin se u vodi rastapa pod utjecajem kvasila (fermenta), koje se nalazi u gorkom bademu, na cijanovodik, dekstrozu i gorko bademovo ulje. Ta rastvorba može nastati i u želucu nakon užitka sirovih gorkih bademova ili drugih sjemenaka, u kojima ima amigdalina.

2. Cijanovodik, HCN, ili cijanovodična kiselina nastaje vrenjem gorkih bademova i sjemenaka jezgričava voća. Čisti cijanovodik je tekućina bez boje, kipi već kod 27° C, a miriše jako po gorkom bademu. Veoma je ljut otrov, već njegove pare mogu prouzročiti smrt, čim se udahnu. Gorka bademova i lovorvišnjeva voda veoma je razvodnjena rastopina cijanovodika i upotrebljava se kao lijek.

Cijankalij, kalijski cijanid, KCN.

Cijankalij postaje neutralizacijom cijanovodika sa KOH. Uvelike ga proizvode navođenjem amonijaka na usijanu smjesu od pepeljike i ugljena. Ledi se u kocke bez boje, zaudara uvijek po HCN, jer ga već ugljična kiselina uzduha rastvara:



$$2\ KCN + H_2CO_3 = 2\ HCN + K_2CO_3,$$

a cijanovodik naglo hlapi. Cijankalij je gotovo isto tako otrovan kao i cijanovodik. Upotrebljavaju ga za galvansko pozlaćivanje i posrebrivanje i u fotografiji.

Ferocijankalij ili žuta krvna so, $K_4Fe(CN)_6$.

Pokus: Miješamo li rastopinu žute krvne soli i željeznoga klorida, izlučit će se modar talog, berlinsko modrilo, koje se upotrebljava kao boja.

Poučci: 1. Žutokrvna se sô ledi u žutim pločastim lecima, koji se u vodi lako tope. Žarenjem se rastvara i prelazi u KCN uz izlučivanje željeza i dušika; ugrijana sa sumpornom kiselinom razvija HCN. Upotrebljava se za pripremu ostalih cijanskih spojeva i u bojadisarstvu.

2. U svim cijanskim spojevima nalazi se atomna hrpa ili radikal CN = cijan.

§ 61. Najvažniji spojevi dobiveni iz katrana.

Katran je gusta, zbog primiješane čađi smeđa tekućina, koja se dobiva suhom destilacijom iz drva, kamenoga ugljena i kostiju. Katran iz kamenoga ugljena podvrgava se kao i sirovi petrolej frakcioniranoj destilaciji, kojom se iz njega izlučuju mnogi važni spojevi kao na pr. benzol, karbolna kiselina, naftalin, antracen i mnogi drugi, a zaostatak je paklina.

Ti se spojevi zovu zajedničkim imenom derivati benzola ili aromatički spojevi. Iz njih se prave lijekovi i boje.

100 kg. kamenog ugljena daju oko 5 kg katrana, 4 kg amonijačne vode 70—75 kg koksa i 28—30 m³ plina.

Benzol, C_6H_6 je žitka neobojena tekućina, osobita aromatična mirisa, kipi kod 84° C, gori svijetlim, čađavim plamenom. Rastapa lako masti i smole. Sirovi benzol sadrži toluola C_7H_8. Od benzola se izvode ovi spojevi:

Nitrobenzol, $C_5H_6NO_2$.

Pokus: Kapnemo li nitrobenzola na papir, nastat će providna mrlja, a papir miriše kao po gorkom bademu.

Poučak: Nitrobenzol se proizvodi djelovanjem dušične kiseline na benzol. Uljasta je tekućina ugodna mirisa. Upotrebljavaju ga pod imenom Mirbanovo ulje za parfene i sapune, a od njega proizvode anilin i anilinske boje.

Amidobenzol ili anilin, $C_6H_5NH_2$.

On postaje djelovanjem nascentnoga vodika na nitrobenzol: $C_6H_5NO_2 + 3\ H_2 = C_6H_5NH_2 + 2\ H_2O$. To je uljevita tekućina i temelj za proizvođenje anilinskih boja.

Fenol ili o k s i b e n z o l $C_6H_5OH = C_6H_6O$.

Obično se zove k a r b o l n a k i s e l i n a. Dobiva se iz katrana kamenoga ugljena, vri kod 184⁰C. Čisti se fenol ledi u neobojene iglice, miriše oštro po dimu, na uzduhu se razmoči, a na svjetlosti pocrveni. Brani od gnjilobe i vrenja, zato se k a r b o l n a v o d a upotrebljava u kirurgiji (antiseptikum), a za desinfekciju često i k a r b o l n o v a p n o.

Kreozot je neobojena kapljevina, koja sadržava uz oksibenzol ili f e n o l još oksitoluola ili k r e s o l a C_7H_8O, pa g u a j a k o l a. U sapunici emulgiran sirovi kresol služi kao l y s o l za desinfekciju.

Salicilna kiselina, $C_7H_6O_3$ ledi se u iglicama bez boje, oslatka je i ujedno kisela ukusa, rastapa se brzo u vrućoj vodi i spfritu, djeluje slično kao i fenol. Upotrebljavaju nju i soli njezine za liječenje i konserviranje jestvinâ.

Benzoeva kiselina, $C_7H_6O_2$ dobiva se sublimacijom benzoeve smole u bijelim uleđenim ljušticama, koje se tope u vrućoj vodi.

S njom je u vezi s a h a r i n, koji je veoma sladak, a služi kao lijek, da nadomjesti nekim bolesnicima slador.

Naftalin, $C_{10}H_8$ vadi se iz teškoga katranova ulja. To su ljuštice bez boje, oštra ukusa i jake duhe. Od njega se proizvode lijepe n a f t a l i n s k e b o j e, a osim toga se njime čuvaju zbirke i krzna od kukaca (moljaca).

Antracen, $C_{14}H_{10}$ dobiva se također iz katrana. Iz antracena se pravi uveliko a l i z a r i n. $C_{14}H_8O_4$, kojega imade u biljci broćiki. Alizarinom se tkanje različito bojadiše. Na glasu je drinopoljsko ili t u r s k o c r v e n i l o.

Tanin, $C_{14}H_{10}O_2$ se nalazi u šiškama, a vadi se iz samlivenih šišaka s pomoću smjese od žeste i etira. To je amorfna neobojena tvar opora i stezljiva ukusa. U vodi se topi. Iz te rastopine pada s pomoću zelene galice iza nekoga vremena modrikasto crn talog (taninsko crnilo ili galusova tinta).

D o d a t a k.

Taninu je veoma srodna h r a s t o v a t r e s l o v i n a, koja se dobiva izluživanjem hrastove kore. Ona služi (kao i mnoge druge vrste treslovine) za u č i n j a n j e (strojenje) k o ž e. U Sisku i Slavoniji se pravi u posebnim tvornicama izvadak (ekstrakt) hrastove treslovine.

Pokus: Metnemo li u rastopinu treslovine sirovu kožu, to ona privlači tanin. Kada se ta koža osuši, ona se ne ukoči, nego ostane gipka; ako je kuhamo s vodom, ne nabrekne i ne da tutkala.

§ 62. Najvažnija etirska ulja i smole.

Iskustvo i pokusi: a) Poznajemo iz svagdanjega života i bilinstva miris različitih etirskih ili hlapljivih ulja.

b) Kapnemo li četrunova ulja na papir, nastat će providna mrlja, koja grijanjem opet iščezava, a uza to osjećamo osobiti miris po limunu.

c) U kušalicu s vodom kapnemo nekoliko kapi etirskoga ulja. Ono će plivati na vodi, kao što i maslinovo ulje. Miješamo li to etirsko ulje sa spiritom, rastopit će se u njemu. (Tvorba likera). Razredimo li nastalu rastopinu vodom, dobit ćemo mirisave vode (Eau de Cologne).

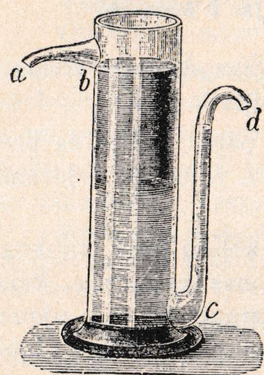
d) Terpentinsko ulje gori bez stijenja svijetlim čađavim plamenom.

Poučci: 1. H l a p i v a ili e t i r s k a u l j a nalaze se u mnogim biljkama, kojima podaju miris, zato se i zovu mirisava ulja. Koliko je mirisavih biljki, toliko imade vrstâ etirskih ulja. Sva etirska ulja hlape već kod obične temperature, imaju veoma jak miris i oštar ili žestok ukus. Zato se upotrebljavaju kao mirisave tvari (parfumi) ili kao mirodije. Još više, negoli svojim mirisom i ukusom koriste nam etirska ulja time, što pretvaraju obični uzdušni kisik u ozon.

2. Etirska ulja sastoje se ili 1. samo od ugljika i vodika (terpeni) ili 2. sadrže uza to i kisika, a 3. još i sumpora.

U ***terpene,*** $C_{10}H_{16}$ ubrajamo t e r p e n t i n s k o ulje, l i m u n s k o, b o r o v i č i n o i r u ž m a r i n o v o ulje. R u ž i č n o i h m e l j e v o ulje smjese su od ugljikovodika i spojeva s kisikom. Ulja, u kojima imade kisika, jesu tekuća, kao na pr. c i m e t n o, g o r k o b a d e m o v o i a n i s o v o ulje, ili su krutine, pa se zovu k a m f o r i. Kamfora imade u drvu lovorkamfor, koje raste u Kini i Japanu. Iz njega se dobiva kamfor destilacijom s vodom. U etirska ulja sa sumporom pripadaju l u k o v o, č e š n j a k o v o i h r e n o v o ulje.

3. Etirska ulja dobivamo na razan način. Terpentinsko ulje, u kojem je rastopljena kruta smola, curi kao terpentin iz stabla različitih četinjača. To ulje osjetimo, čim stupimo u crnogoričnu šumu.



Sl. 85.

Obično se etirska ulja vade iz biljaka (biljnih dijelova) tiještenjem ili destiliranjem s vodom. Destilat sabiremo u florentinskoj kapalici (Sl. 85.). U njoj se odluči etirsko ulje od vode. Voda otječe jednako na pobočnu cijev *d*, dok se u boci iznad vode nakupi lakše ulje koje otječe na cijev *a*.

4. Najvažnije smole jesu:

Terpentin curi iz stabala različitih četinjača. To je meka smola ili balzam. Na stablu otvrdne, jer ishlapi terpentinsko ulje, a tim terpentin prelazi u krutu omorikovu smolu. Ako očišćenu omorikovu smolu talimo, dobit ćemu bijelu smolu; destiliramo li terpentin s vodom, izlazit će terpentinsko ulje, a zaostaje kuhani terpentin. Destiliramo li terpentin bez vode, zaostat će kolofonij. Miješamo li žutu ili bijelu smolu s paklinom, koja zaostaje kod destilacije katrana, dobit ćemo crnu ili postolarsku smolu. Dalje smole jesu: šelak, damar i kopal, smole za kađenje (benzoe, tamjan, mirha) jantar, kaučuk, gutaperka, gumiguti i dr.

Kaučuk je (na dimu) osušeni mliječni sok različita drveća (Sifonia i Ficus elastica) Istočne Indije i Južne Amerike. Da bi se kaučuk u studeni i toplini jednako previjao i rastezao, miješaju ga sa sumporom (vulkaniziranje) i bojadišu ga različnim bojadisanim dodacima (vulkanizirani kaučuk).

Rožni kaučuk ili ebonit sadrži 30—60% sumpora i drugih dodataka.

5. Smole se upotrebljavaju za pokosti (firnis, politura), za pečatni vosak, za proste sapune i t. d.

§ 63. Najvažnije biljne osnove.
(Alkaloidi.)

Nikotin, $C_{10}H_{14}N_2$ se nalazi u lišću duhana (2—8%). Uljasta je tekućina, koja veoma oštro i omamljivo miriše po duhanu. Ukusa je žestoka. Veoma je otrovan i uzrok narkotičnome djelovanju duhana. Što je finiji duhan, to manje ima

u njemu nikotina. Pušenje je duhana škodljivo zbog nikotina i zbog ugljičnoga oksida (CO), koji se stvara nepotpunim izgaranjem duhanskoga lišća.

Kinin, $C_{20}H_{24}N_2O_2$ ledi se u bezbojne iglice gorka ukusa. Imade ga spojen s kinovom kiselinom u kori biljke kininovca. Kininski klorid, sulfat i acetat veoma su cijenjeni lijekovi od groznice.

Morfin, $C_{17}H_{19}NO_3$ glavni je i bitni sastavni dio opija. Opij ili drijemak je osušeni sok, koji iscuri iz zarezâ u nezrele makove tobolce. Morfin se ledi u bistre iglice gorka ukusa. Njegove se soli upotrebljavaju za utišanje bolova i za uspavanje. Veće množine morfina i njegovih soli veoma su ljuti otrovi.

Kafein ili **tein,** $C_8H_{10}N_4O_2$. U sjemenkama kavovca imade 0·8—1% kafeina, a u lišću čajevca 2—4% teina. Kafein se ledi u bistre iglice svilena sjaja, nagorka ukusa. Malene množine ugodno razigravaju čovjeka, veće pak količine prouzrokuju nespavanje, trzavicu i srčane bolove.

Pod imenom kave prodaju se oljuštene sjemenke biljke kavovca. U njoj imade osim kafeina još i masti, sladora, trijeslovine, bjelančastih i drugih tvari.

Čaj ili tej je osušeno lišće biljke čajnjaka i sadrži osim teina, trijeslovine, etirskoga ulja i drugih spojeva.

Teobromin, $C_7H_8N_4O_2$ sličan je kafeinu, a imade ga u sjemenkama kakaovca.

Čokolada se pravi tještenjem i prženjem kakaovih sjemenaka i miješanjem sa sladorom. U njima imade osim teobromina (1·6%) još i kakaova maslaca (50%), bjelančastih tvari, škroba, treslovine i drugih spojeva.

Biljne osnove ili *alkaloidi* (u širem smislu) jesu ljuti otrovi, a u maloj količini ponajviše cijenjeni lijekovi. Alkaloida imade još u mnogim drugim biljkama, pa dobivaju svoje ime obično po latinskom imenu dotične biljke. Zbog bazične reakcije dobili su zajedničko ime alkaloidi.

§ 64. Bjelančevina i hrana.

Bjelančevine ili proteine nalazimo u životinjskom i biljskom tijelu. U njima ima poprečno oko 53% ugljika, 7%

vodika, 16—18% dušika, 1% sumpora, 0—0·4% fosfora i 22—23% kisika. Na vlažnu se zraku lako rastvaraju i razvijaju spojeve neugodna mirisa (amonijak, sumporovodik).

Po svojstvima dijelimo ih u tri skupine: albumine, kazeine i fibrine.

Albumin i jaja.

Pokusi: a) Šibamo li bjelance kokošjega jajeta s vodom, rastopit će se albumin u vodi.

b) Grijemo li dobivenu rastopinu u kušalici do 70° C, izlučit će se albumin u bijelim pahuljicama. Kada se osuši, rožnat je i žute boje.

c) Grijemo li sok od jabuka, slatki sok repe i dr., izlučit će se bijele pahuljice.

d) Osušeni (rožni) bjelanjak grijemo. Naskoro će pougljiti, malo zatim se upali, a dim zaudara po paljenoj rožini. Napokon zaostane vrlo malo pepela.

e) Rastopinu bjelanjka miješamo s rastopinom modre galice. Ispada talog. — Bjelanjak je lijek iza otrovanja kovinskim solima.

Poučci: 1. Rastopljena ***albumina*** ima u jajima, u krvi i u soku mesa, a nalazi se i u svim dijelovima biljkî.

U hladnoj se vodi topi, kod ca. 70° C rastopina se zgruša ili usiri (koagulira). Albumin je izdašno hranilo.

2. ***Ptičja jaja*** sastoje se od ljuske (10%), bjelanceta (60%) i žumanjka (30%). Ljuska se sastoji u glavnom od kalcijskoga karbonata. U bjelancetu ima 12% u vodi rastopljena albumina, anorganskih soli i oko 86% vode. U žumanjku pak ima od prilike 16% albumina i vitelina i 21% žutoga ulja (50—55% vode), pa anorganskih soli. Jaja su veoma važna hrana.

Kazein i mlijeko.

Pokusi: a) U kušalici grijemo nešto mlijeka i dokapnemo nekoliko kapi solne kiseline. Mlijeko će se usiriti.

b) Ostavimo svježe mlijeko na toplu mjestu. Brzo će se ukiseliti, kazein će se izlučiti u grudicama, a procjeđivanjem dobivamo tekućinu, koja se zove k i s e l a s i r u t k a. U njoj ima m l i j e č n e k i s e l i n e.

c) S i r i š t e m (izvatkom iz 4. dijela telećega želuca) možemo iz mlijeka također izlučiti kazein. Zaostat će s l a t k a s i r u t k a, iz koje se dobiva kristalizacijom m l i j e č n i s l a d o r.

Poučci: 1. ***Kazein,*** što se u mlijeku nalazi, može se izlučiti kiselinama i sirilom. Kad se mlijeko ukiseli, postaje od mliječnoga sladora mliječna kiselina, a kazein se izlučuje.

U grahu, lećama i drugim navlastito uljevitim sjemenkama imade biljnoga kazeina ili l e g u m i n a, koji je temelj velike hranjivosti tih jestiva.

2. ***Mlijeko*** se sastoji od 3·5% kazeina, 0·5% albumina, 3·5% masla, 4·5% mliječnoga sladora, 0·5% anorganskih soli (poglavito fosfata) i 87·5% vode. Mlijeko sadrži u sebi sva hranila, koja su tijelu potrebna, pa je zbog toga izvanredno važna hrana.

S i r. Imade m a s n i h i m r š a v i h (suhih) vrsta sira. Masni se sir (Ementalac, Roquefort) pravi od svježega neobrana mlijeka, iz kojega se s pomoću s i r i l a izluči (kod 40—50°) kazein. Kazein povlači sa sobom svu mast i nešto mliječnoga sladora. Sirutka se ocijedi, a sir ostane ležeći, da dozrije. Rastvorbom malenoga dijela kazeina i masti nastaje posebni miris i ukus sira. Vrenjem pak mliječnoga sladora nastaje CO^2, koji stvara rupice (mjehuriće) u siru.

Suhi se sir pravi od obranoga mlijeka kod obične temperature.

3. Kazein što se nalazi u biljkama zove se l e g u m i n.

Fibrin, krv i meso.

Iskustvo: Iz svagdanjega nam je života poznato, da se krv stine u času, kada iz tijela izlazi.

Poučak: 1. ***Fibrin*** se iz krvi izlučuje, čim ona izlazi iz organizma; on opkoli crvena krvna zrnca i stisne se s njima u k r v n u g r u d v u. Nad njom se izlučuje neka žućkasta tekućina, k r v n i s e r u m, koji sadrži albumina, masti i anorganskih spojeva u rastopini.

2. ***Krv*** je bistra tekućina, u kojoj pliva nebrojena množina krvnih zrnaca, koja se mogu dobro razabrati tek sitnozorom. C r v e n a k r v n a z r n c a imaju to osobito svojstvo, da mogu uzdušni kisik primiti i opet ispustiti, zbog toga njima pripada v a ž n a u l o g a k o d d i s a n j a.

Boja crvnih krvnih zrnaca zove se h e m o g l o b i n. Spoj hemoglobina s kisikom raspada se lako (disanje), spoj hemoglobina s ugljičnim oksidom raspada se veoma teško (otrovanje).

3. ***Goveđe meso*** sadrži 50—78% vode, 14—24% dušičnatih tvari, 2—30% masti, a oko 1—2% anorganskih soli.

Sastav i hranjivost mesa ovisi nesamo o vrsti životinje, nego i o starosti njezinoj i o dijelu tijela. Što je životinja starija, to su mesna vlakanca čvršća i suša i sadrže veću množinu neprobavnoga vezivnog staničja.

Ostavimo li sitno sječeno meso dulje u vodi, dobit ćemo mesni sok, u kojem je veći dio hranivih tvari. Uvari li se taj sok kod što niže temperature (vakuum) nastat će m e s n i e k s t r a k t.

Ugrije li se mesni sok, to se bjelančevine zgrušaju i izluče.

U mesnoj hrani treba da su sačuvane i bjelančevine (dušičnate tvari) i anorganske soli. Da mesni sok ne izlazi iz mesa, meće se meso u kipuću vodu i u njoj skuha do kraja ili se uloži u vruću mast. Tim se stvara naskoro netopiva kožica oko mesa, od zgrušane bjelančevine.

Želimo li prirediti mesnu juhu, pristavit ćemo meso s hladnom vodom i grijati polagano. Tim se velik dio bjelančevine gubi kao pjena. Zbog toga je bolje, uložiti meso u kipuću vodu, pa povećati „jakost" juhe s pomoću povrća, kože, hrskavice i kosti (mladih životinja).

4. U *brašnu* ima uz 50—70% škroba još i 10—12% ljepiva, koje se u glavnom sastoji od biljnoga fibrina.

Ljepivo je zbog svoje hranivosti bitna sastojina brašna i podaje tijestu rastegljivost.

Kruh. Smrvimo li zrna žitarica, to će se izvanji žilaviji dio mrviti na krupnije čestice, a nutarnji na sitnije. Sitom rastavljaju posije (mekinje) od brašna.

Miješi li se brašno s vodom u tijesto uz dodatak kvasca, to će se iza nekoga vremena nadimati. Na toplu mjestu nastalo je od škroba nešto sladora, a taj zavri utjecajem kvasca. Razvijena ugljična kiselina čini, da je kruh mjehurast — spužvast. Peče li se kruh, to prelazi škrob u nutrašnjosti kruha u lepak a na površini u dekstrin, koji tvori koru, koja ne propušta vodu. Zbog toga je pečeni kruh još vlažan.

DODATAK.

Naša hrana.

Tvari, koje mogu nadomjestiti one tvari, što ih je tijelo potrošilo, zovu se hranjive tvari. Hranila su smjese od više hranjivih tvari.

Odrastao čovjek treba na dan poprečno 2·5—3·5 kg hrane; od toga otpada na tekućine 2—2·5 kg. Uza to treba kisika za različite oksidacije, kod kojih se tvori animalna toplina.

Hranjive tvari jesu anorganske ili organske. Anorganske su hranjive tvari voda i različite soli; organske su hranjive tvari bjelančevine, masti (ulja) i ugljični hidrati.

Organske hranjive tvari dijelimo obično na takove, koje sadrže dušika i na takove, u kojima nema dušika.

U hrani moraju biti sve te vrste hranjivih tvari u zgodnu omjeru. One se nalaze i u životinjskim i u biljevnim hranilima, pa je najzgodnije miješati jedne s drugima.

Potpuni danji obrok hrane za odrasla čovjeka bio bi na pr.:

650 g kruha (uklj. tjestenine);
200 g mesa;
35 g masti;
100 g povrća.

Za opstanak potrebni minimum puno je manji.

Organizam preuzima hranjive tvari nakon probave hrane. Probava je rastapanje hranjivih tvari s pomoću fermenata. Što je bolje usitnjena hrana, to je uspješniji proces probave.

Od fermenata se spominju: Slina usna i trbušna, želučani i crijevni sok, pa žuč.

Utjecajem fermenata prelaze bjelančevine u topive peptone, škrob u šećer a mast se emulgira.

Bjelančevine služe u glavnom tvorbi nove tvari, ugljični hidrati su vrelo sile. Za vrijeme rastenja najveći je potrošak na bjelančevini; tjelesni rad za htijeva mnogo hrane bez dušika, duševni rad naprotiv mnogo dušične hrane.

Čuvanje hrane (konserviranje).

Hrana, u kojoj imade bjelančastih tvari, osobito se brzo pokvari. Sitni organizmi, koji se uvijek nalaze u uzduhu, prouzrokuju rastvorbu (gnjilobu). Ta se rastvorba može spriječiti na više načina:

1. Hlađenjem ispod temperature, kod koje se obilno razvijaju mikroorganizmi.

2. Nepripuštanjem uzduha: Soljenje mesa, ulaganje u mast i ulje, grijanje u zatvorenim limenim kutijama.

3. Antiseptičnim tvarima: Dimljenje, ukuhavanje šećerom, umetanje u ocat (borna i salicilna kiselina).

4. Sušenjem (voće, gljive, meso).

Kazalo.

*

V.

Z.

Ž.

